



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

NÁVRH SYSTÉMOVÉ ELEKTROINSTALACE SPORTOVNÍ HALY

DESIGN OF SYSTEM WIRING OF SPORTS HALL

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Zdeněk Jaroš

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Daniel Janík

BRNO 2020

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor **Elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: Bc. Zdeněk Jaroš

ID: 186432

Ročník: 2

Akademický rok: 2019/20

NÁZEV TÉMATU:

Návrh systémové elektroinstalace sportovní haly

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznámení se s problematikou silových a datových rozvodů a možnostmi použití systémové elektroinstalace ve veřejných objektech (multifunkční sportovní centrum, sportovní hala) včetně určení vnějších vlivů
2. Provedení podrobné literární rešerše v současné době používaných sběrníkových systémů v ČR a v zahraničí s důrazem na systém KNX
3. Definice zásad pro tvorbu elektro projektové dokumentace, požadavky norem na jednotlivé místnosti, energetická bilance
4. Zpracování projektové dokumentace pro realizaci stavby multifunkční sportovní haly s využitím systému KNX (silové rozvody, strukturovaná kabeláž, EZS a další)

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 3.2.2020

Termín odevzdání: 1.6.2020

Vedoucí práce: Ing. Daniel Janík

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Bibliografická citace práce:

JAROŠ, Zdeněk. *Návrh systémové elektroinstalace sportovní haly*. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/127231>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Daniel Janík.

„Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Návrh systémové elektroinstalace sportovní haly jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.“

V Brně dne: 28.05.2020

.....

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Danielu Janíkovi za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu v průběhu studia.

V Brně dne: 28.05.2020

.....

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou spojenou s projektováním systémové elektroinstalace pro multifunkční sportovní centrum. Práce je rozdělena do dvou částí. První část práce je věnována definicím a zásadám potřebných pro tvorbu projektové dokumentace elektro. Je zde představen řídicí sběrníkový systém KNX, který je zvolen pro realizaci systémové instalace sportovního centra. Dále je zde uveden přehled v současnosti používaných systémů pro řízení elektroinstalace. V závěru první části práce je zpracován návrh umělého a nouzového osvětlení pomocí výpočetního programu. Obsahem druhé části práce je zpracování kompletní projektové dokumentace pro provedení stavby multifunkční sportovní haly s využitím sběrníkového systému KNX. Dále je v dokumentaci zakreslen návrh silnoproudých a datových rozvodů do příslušných půdorysů budovy, návrh silových a systémových rozváděčů, přehledové schéma silového rozvodu, topologie systému KNX, rozpočet a technická zpráva.

KLÍČOVÁ SLOVA: Elektroinstalace; KNX; silnoproudá elektroinstalace; systémová elektroinstalace; sběrníkový systém; návrh sportovního centra; technická dokumentace

ABSTRACT

This diploma thesis focused on designing of systematic wiring of multifunctional sports centrum. The work is divided into two parts. The first part of the work is dealing with definitions and principles necessary for electrical project documentation. There is a presentation of the KNX bus control system, which is chosen for the implementation of the systematic wiring of the sports centrum. There is also an overview of currently used systems for wiring control. At the end, the design of artificial and emergency lighting is processed using a computer program. The content of the second part of the work is a complete project documentation for construction of the multifunctional sports hall using the KNX bus system. Furthermore, the documentation draws the design of power and data distribution to the relevant floor plans of the building, the design of power and system switchboards, an overview scheme of power distribution, topology of the KNX system, budget and technical report.

KLÍČOVÁ SLOVA: Electrical installation; KNX; heavy current installation; a bus system; system installation; design of a sports center; technical documentation

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	11
SEZNAM TABULEK	13
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	14
ÚVOD	15
1 KLASICKÁ A SYSTÉMOVÁ INSTALACE	16
1.1 KLASICKÁ ELEKTROINSTALACE	16
1.2 INTELIGENTNÍ INSTALACE.....	17
1.2.1 DRUHY INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ	18
1.2.2 TOPOLOGIE SBĚRNICOVÉHO SYSTÉMU	20
2 PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE.....	23
2.1 TEXTOVÁ ČÁST PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE	23
2.2 VÝKRESOVÁ ČÁST PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE	24
3 ENERGETICKÁ BILANCE.....	25
3.1 SOUČINITEL NÁROČNOSTI.....	25
3.1.1 SOUČINITEL NÁROČNOSTI U STÁVAJÍCÍCH OBJEKTŮ.....	25
3.1.2 SOUČINITEL NÁROČNOSTI U NOVÝCH OBJEKTŮ.....	25
3.1.3 SOUČINITEL NÁROČNOSTI U OBJEKTŮ BEZ UVEDENÉHO SEZNAMU SPOTŘEBIČŮ	25
3.2 VÝPOČTOVÉ ZATÍŽENÍ PRO CELÝ OBJEKT	26
3.3 VÝPOČTOVÉ ZATÍŽENÍ PRO JEDNU SKUPINU SPOTŘEBIČŮ	26
3.4 VÝPOČTOVÉ ZATÍŽENÍ NĚKOLIKA SKUPIN SPOTŘEBIČŮ	27
3.5 VÝPOČTOVÉ ZATÍŽENÍ PRO JEDEN SPOTŘEBIČ	27
3.6 VÝPOČTOVÝ PROUD	28
4 SILNOPROUDÁ ELEKTROINSTALACE	29
4.1 VNITŘNÍ ELEKTRICKÉ ROZVODY	29
4.2 ELEKTROINSTALAČNÍ ZÓNY.....	30
4.3 ZÁSUVKOVÉ OBVODY.....	31
4.4 SVĚTELNÉ OBVODY	32
4.4.1 NÁVRH UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ.....	32
4.4.2 NOUZOVÉ OSVĚTLENÍ	34
4.5 POŽADAVKY NA JEDNOTLIVÉ TYPY MÍSTNOSTÍ	36
4.5.1 PROSTORY SE SPRCHOU NEBO VANOU	36
4.5.2 UMÝVACÍ PROSTORY	40
5 SYSTÉM KNX.....	41
5.1 HISTORIE KNX.....	41
5.2 SPECIFICKÉ VÝHODY SYSTÉMU KNX.....	42
5.3 KNX – CELOSVĚTOVĚ ROZŠÍŘENÁ NORMA PRO ŘÍZENÍ DOMŮ A BUDOV	42

5.4 KONFIGURAČNÍ REŽIMY	43
5.4.1 S-REŽIM.....	43
5.4.2 E-REŽIM	43
5.5 KOMUNIKAČNÍ MÉDIA KNX.....	43
5.5.1 KROUCENÝ PÁR	44
5.5.2 SILOVÉ VEDENÍ	45
5.5.3 RADIOFREKVENČNÍ PŘENOS	45
5.5.4 ETHRNET, IP.....	45
5.6 TOPOLOGIE KNX.....	46
5.6.1 INDIVIDUÁLNÍ ADRESA	46
5.6.2 SKUPINOVÁ ADRESA	47
5.7 TELEGRAM	47
5.8 ETS	49
5.8.1 ZÁKLADNÍ PROJEKTOVÁNÍ V ETS	49
5.9 SBĚRNICOVÉ PŘÍSTROJE KNX	50
5.9.1 KOMPONENTY SBĚRNICOVÉHO SYSTÉMU	51
6 PŘEHLED VYBRANÝCH VÝROBCŮ A POUŽÍVANÝCH SYSTÉMŮ	56
6.1 SYSTÉM TECOMAT FOXTROT.....	56
6.1.1 SBĚRNICE CIB.....	56
6.1.2 SBĚRNICE TCL2.....	56
6.1.3 RFOX.....	56
6.2 ELKO EP.....	57
6.2.1 INELS BUS SYSTEM.....	57
6.2.2 INELS RF CONTROL.....	57
6.3 ABB S.R.O.,	57
6.3.1 ABB FREE@HOME®.....	57
6.3.2 EGO-N	58
6.3.3 ABB I-BUS® KNX	58
6.4 AMIT S.R.O.....	59
6.4.1 ADIS	59
7 PRAKTICKÁ ČÁST	60
7.1 SPORTOVNÍ CENTRUM	60
7.2 NÁVRH UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ.....	61
7.2.1 SPORTOVNÍ HALA – 108	63
7.2.2 MÍSTNOST PRO MASÁŽE - 112	64
7.2.3 DIVÁCKÁ TRIBUNA	65
7.2.4 MULTIFUNKČNÍ SÁL.....	65
7.2.5 SCHODIŠTĚ.....	66
7.3 NÁVRH NOUZOVÉHO OSVĚTLENÍ ÚNIKOVÝCH CEST	75
7.3.1 CHODBY	76
7.3.2 SCHODIŠTĚ.....	77
7.4 ZHODNOCENÍ.....	78

8 ZÁVĚR.....	79
POUŽITÁ LITERATURA	80
SEZNAM PŘÍLOH	83

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 - Závislost nákladů na výkonnosti pro systémovou a klasickou instalaci [1].....</i>	<i>16</i>
<i>Obrázek 2 - Schéma klasické elektroinstalace [1]</i>	<i>17</i>
<i>Obrázek 3 - Schéma inteligentní elektroinstalace [1].....</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 4 - Centralizovaný systém [3].....</i>	<i>19</i>
<i>Obrázek 5 - Decentralizovaný systém [3]</i>	<i>19</i>
<i>Obrázek 6 - Hybridní systém [3].....</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 7 - Lineární topologie [2]</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 8 - Liniová topologie [2].....</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 9 - Hvězdicová topologie [2]</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 10 - Kruhová topologie [2].....</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 11 - Stromová topologie [2]</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 12 - Součinitel náročnosti pro různá průmyslová odvětví [10]</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 13 - Informativní hodnoty součinitelů náročnosti pro danou skupinu spotřebičů [10]</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 14 - Instalační zóny pro ukládání silového vedení [16]</i>	<i>31</i>
<i>Obrázek 15 - Rozdělení nouzového osvětlení [23].....</i>	<i>35</i>
<i>Obrázek 16 - Požadované osvětlení únikových cest [24].....</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 17 - Vymezení jednotlivých zón pro místnosti s vanou nebo sprchou [26].....</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 18 - Umývací prostor [29].....</i>	<i>40</i>
<i>Obrázek 19 - Porovnání konfiguračních režimů [30]</i>	<i>43</i>
<i>Obrázek 20 - Sběrníková svorkovnice s připojeným datovým kabelem [31]</i>	<i>44</i>
<i>Obrázek 21 - Minimální vzdálenosti mezi silovým vedením a sběrníkovým kabelem [31].....</i>	<i>45</i>
<i>Obrázek 22 - Topologie systému KNX [31]</i>	<i>46</i>
<i>Obrázek 23 - Individuální adresa [33]</i>	<i>47</i>
<i>Obrázek 24 - Různé struktury skupinových adres [33]</i>	<i>47</i>
<i>Obrázek 25 - Struktura telegramu pro KNX TP [31].....</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 26 - Sběrníkový přístroj [31]</i>	<i>50</i>
<i>Obrázek 27- Základní rozdělení sběrníkových přístrojů [31].....</i>	<i>51</i>
<i>Obrázek 28 - Části sběrníkového přístroje [31]</i>	<i>52</i>
<i>Obrázek 29 - Napájecí zdroj KNX, ABB [36]</i>	<i>52</i>
<i>Obrázek 30 - Spínací akční člen jednonásobný a osminásobný [38]</i>	<i>53</i>
<i>Obrázek 31 - Stmívatelný akční člen 4x210 W/VA až 1x840 W/VA [39]</i>	<i>53</i>

<i>Obrázek 32 - Žaluziový akční člen, ABB [38]</i>	<i>54</i>
<i>Obrázek 33 - Kombinovaný snímač povětrnostních údajů [38]</i>	<i>54</i>
<i>Obrázek 34 - Dotykový panel, multifunkční ovládací tlačítko [38]</i>	<i>55</i>
<i>Obrázek 35 - USB rozhraní a IP routery [38]</i>	<i>55</i>
<i>Obrázek 36 - ABB i-bus® KNX [42].....</i>	<i>58</i>
<i>Obrázek 37 - Koncept sportovního centra [44]</i>	<i>61</i>
<i>Obrázek 38 - Návrh osvětlení 1.NP.....</i>	<i>62</i>
<i>Obrázek 39 - Modelový návrh 2.NP a 3.NP.....</i>	<i>62</i>
<i>Obrázek 40 - Návrh umělého osvětlení 1.PP</i>	<i>62</i>
<i>Obrázek 41 - Sportovní hala – 108</i>	<i>63</i>
<i>Obrázek 42 - Použité svítidlo pro sportovní halu</i>	<i>64</i>
<i>Obrázek 43 - Místnost 112</i>	<i>64</i>
<i>Obrázek 44 – Hlediště</i>	<i>65</i>
<i>Obrázek 45 - Multifunkční společenský sál.....</i>	<i>66</i>
<i>Obrázek 46 - Návrh osvětlení schodiště.....</i>	<i>67</i>
<i>Obrázek 47 - Nouzové osvětlení únikových cest - chodby v 3.NP.....</i>	<i>76</i>
<i>Obrázek 48 - Nouzové osvětlení schodiště</i>	<i>77</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 - Informativní průřezy Cu vodičů a jmenovité hodnoty jistících prvků [13].....</i>	<i>29</i>
<i>Tabulka 2 - Minimální doporučené počty zásuvkových a světelných vývodů [16]</i>	<i>32</i>
<i>Tabulka 3 - Požadavky na normálovou osvětlenost vybraných prostorů a úkonů [20].....</i>	<i>34</i>
<i>Tabulka 4 - Přehled stupně ochran kryty a zábranami [28]</i>	<i>39</i>
<i>Tabulka 5 - Přehled rychlosti komunikace pro jednotlivá média [31]</i>	<i>44</i>
<i>Tabulka 6 - Příklady binárních hodnot s formáty dat [34]</i>	<i>48</i>
<i>Tabulka 7 - Přehled výsledků výpočtu normálové osvětlenosti a činitele oslnění UGR pro 1.NP</i>	<i>67</i>
<i>Tabulka 8 - Přehled výsledků výpočtu normálové osvětlenosti a činitele oslnění UGR pro 2.NP</i>	<i>71</i>
<i>Tabulka 9 - Přehled výsledků výpočtu normálové osvětlenosti a činitele oslnění UGR pro 3.NP</i>	<i>73</i>
<i>Tabulka 10 - Přehled výsledků výpočtu normálové osvětlenosti a činitele oslnění UGR pro 1.PP</i>	<i>74</i>
<i>Tabulka 11 - Přehled navržených svítidel a jejich označení</i>	<i>75</i>
<i>Tabulka 12 - Přehled výpočtů nouzového osvětlení únikových cest pro vybrané chodby.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabulka 13 - Přehled výpočtů nouzového osvětlení únikových cest.....</i>	<i>78</i>

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

A	Ampér
AC	Střídavý proud
Al	Hliník
a.s.	Akciová společnost
°C	Stupeň Celsia
Cu	Měď
CYKY	Měděný kabel s PVC izolací
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
DALI	Digital addressable lighting interface, komunikační protokol
DC	Stejnoseměrný proud
DIN	Označení montážní lišty
EN	Evropský standart
EZS	Elektronická zabezpečovací signalizace
IP	Ingress protection, Stupeň krytí
ISO	Mezinárodní standart
L	Pracovní (fázový) vodič
lx	Lux
m	Metr
m ²	Metr čtvereční
MTP	Měřicí transformátor proudu
N	Pracovní (nulový) vodič
NP	Nadzemní podlaží
PE	Ochranný vodič
PELV	Bezpečné malé napětí
s	Sekunda
Sb.	Sbírka zákonů
SELV	Bezpečné malé napětí
V	Volt
W	Watt
§	Paragraf

ÚVOD

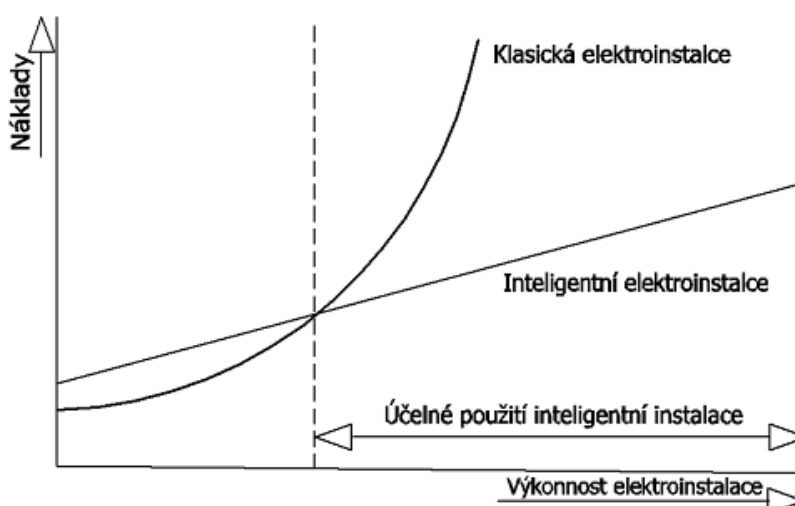
Vzhledem k dnešní moderní době, kdy se elektrická zařízení a jejich závislost na elektrické energii staly součástí našeho každodenního života, již není správnou otázkou, zda u nové stavby zřizovat elektrické rozvody, ale jak rozsáhlou elektroinstalaci realizovat. Neustále se zvyšující popularita systémových instalací je znatelná na stále se zvětšujícím trhu, věnujícímu se této problematice. Automatizace nabízí nejen vysoký uživatelský komfort, ale také finanční úspory při provozu systému. Lze se s ní setkat jak u rodinných domů, tak hlavně u rozsáhlejších stavebních komplexů, jako jsou administrativní budovy, hotely či společenská a sportovní centra, kde je míra finanční návratnosti projektu znatelně vyšší než u menších instalací. Rozsáhlost instalace je jedním ze zásadních hledisek pro volbu vhodného řídicího systému. Je zapotřebí, aby systém zvolený pro danou instalaci byl schopen zajistit požadované řídicí a ovládací funkce odpovídající představám investora. Jedním z mnoha dostupných systémů vhodných pro rozsáhlé instalace může být systém KNX. Tento systém je využit například pro ovládání celé administrativní budovy Adler v Ústí nad Labem nebo řízení osvětlení sportovní haly v Opavě. Pro realizaci systémové instalace je zapotřebí vypracovat projektovou dokumentaci v souladu s platnými zákony a technickými normami. Cílem této práce je vypracování kompletní projektové dokumentace elektroinstalace pro realizaci stavby s využitím systému KNX a shrnutí teoretických znalostí, definic a zásad spojených s projektováním silnoproudých a slaboproudých rozvodů. Práce je rozdělena do dvou částí.

První část práce je členěna do jednotlivých kapitol, které čtenáři objasní problematiku spojenou s projektováním silových a systémových elektroinstalací. V úvodu je srovnána klasická a systémová elektroinstalace. Jsou zde uvedeny například výhody a nevýhody provedení jednotlivých typů instalací nebo základní členění systémové instalace. Dále jsou zde shrnuty definice a zásady, jejichž dodržení je nezbytné pro vypracování projektové dokumentace, a také základní požadavky pro správný návrh umělého a nouzového osvětlení. Následně se práce zabývá představením jednotlivých výrobců a jejich systémů s důrazem na sběrníkový systém KNX, který je vybrán pro realizaci systémové instalace v praktické části diplomové práce. Na závěr je zpracován praktický návrh umělého a nouzového osvětlení.

V druhé části práce je zpracována projektová dokumentace pro realizaci stavby multifunkčního sportovního centra. Navrhovaný objekt je rozdělen do pěti podlaží, ve kterých se nachází různé typy místností s odlišným způsobem využití. Nejvýraznější částí budovy je velká sportovní hala zaměřená především na míčové sporty. Podklady pro vypracování dokumentace byly poskytnuty Fakultou architektury v Brně. Pro zpracování projektové dokumentace je nezbytné postupovat dle zákonů, vyhlášek a technických norem platných na území, kde bude projekt realizován. Tato část obsahuje technickou a výkresovou dokumentaci. Součástí technické dokumentace je i rozpočet včetně použitého materiálu. Technická dokumentace se odkazuje na jednotlivé výkresy. Ve výkresové dokumentaci jsou zpracovány silové rozvody s ovládacími prvky systémové instalace KNX pro osvětlovací soustavy, venkovní rolety a zásuvkové obvody. Dále výkresová dokumentace obsahuje návrhy silových i systémových rozváděčů, jejich topologické a dispoziční uspořádání. Při tvorbě návrhu je přihlíženo na hospodárnost, jednoduchost, přehlednost a ekologickou nezávadnost projektu.

1 KLASICKÁ A SYSTÉMOVÁ INSTALACE

V současné době, kdy lze vidět inovaci nejnovějších systémů prakticky všude v okolí, je pochopitelné, že i elektroinstalace se neustále vyvíjí. Požadavky na elektroinstalaci dnešních objektů se neustále zvyšují. To vede k stále větší popularitě systémových elektroinstalací a to zejména u větších stavebních komplexů, ale i luxusnějších rodinných domů. V následující části jsou uvedeny základní rozdíly mezi klasickou elektroinstalací a systémovou inteligentní elektroinstalací.



Obrázek 1 - Závislost nákladů na výkonosti pro systémovou a klasickou instalaci [1]

1.1 Klasická elektroinstalace

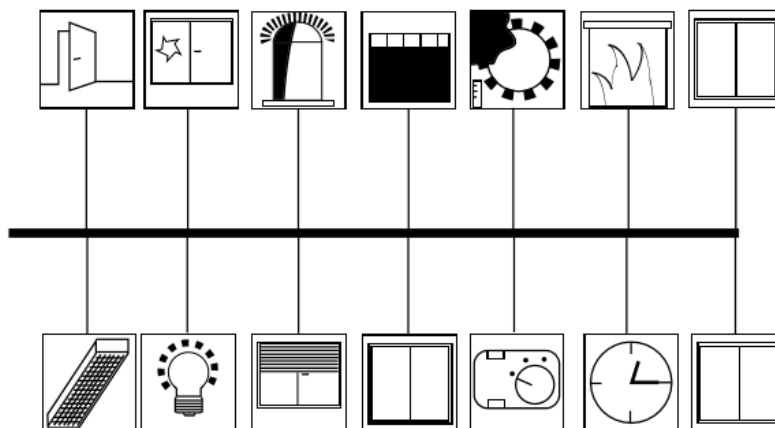
Klasická elektroinstalace je realizována pomocí silového kabelového vedení, které slouží jako propojovací médium se zdrojem elektrické energie a neumožňuje měnit funkce systému bez zásahu do jejího zapojení. Tímto způsobem lze přenášet pouze informace typu zapnuto nebo vypnuto. Pro většinu domácností se jedná o nejrozšířenější způsob provedení elektroinstalace. Na trhu se vyskytuje mnoho montážních firem a výrobců, kteří jsou schopni elektroinstalaci zrealizovat bez závažnějších technických problémů, a to díky jednoduchosti systému. Dalším důvodem jejího rozšíření je její cenová dostupnost. Oproti inteligentním systémům jsou pořizovací náklady výrazněji nižší. V případě požadavku uživatele na změnu funkce jednotlivých vypínačů nebo tlačítek, je však nutné elektroinstalaci (nebo její část) upravit. V takovém případě by to vedlo k nezbytným stavebním úpravám. Je tedy důležité, aby projekt elektroinstalace obsahoval všechny náležitosti a budoucí uživatel s nimi byl obeznán [1].

- **Výhody klasické elektroinstalace:**
 - nízké pořizovací náklady,
 - jednoduchost a přehlednost instalace,
 - spolehlivost,
 - široký trh realizačních firem.

- [illegible]

1.2 Inteligentní instalace

- **Výhody inteligentní elektroinstalace:**
 - značná energetická úspora (regulace teploty, řízení osvětlení atd.),
 - možnost dálkového ovládání,
 - propojení s bezpečnostními prvky,
 - finanční návratnost u rozsáhlých objektů,
 - možnost přenastavení systému bez stavební úpravy.
- **Nevýhody inteligentní elektroinstalace:**
 - vysoká pořizovací cena,
 - menší množství realizačních firem než u elektroinstalace klasické [1].



Obrázek 3 - Schéma inteligentní elektroinstalace [1]

Vybrané příklady výhod využití inteligentní instalace:

- stmívací funkce pro osvětlovací soustavy,
- regulace vytápění nebo klimatizace,
- ovládání pomocí dotykového displeje, mobilního telefonu, počítače a internetu,
- příchodové a odchodové funkce,
- nastavení více funkcí do jediného povelu,
- ochranné funkce při nepříznivém počasí,
- spínání vybraných spotřebičů v závislosti na čase,
- eliminace nechtěně zapnutých spotřebičů,
- odpojení nepoužívaného elektrického okruhu [1], [2].

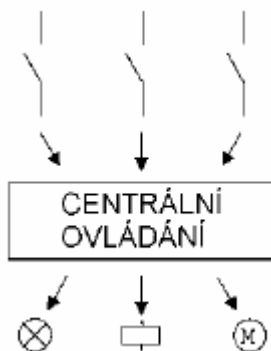
1.2.1 Druhy inteligentních systémů

Z hlediska způsobu centralizace systému lze rozdělit jednotlivé systémy na:

- centralizovaný,
- decentralizovaný,
- hybridní [3].

1.2.1.1 Centralizovaný systém

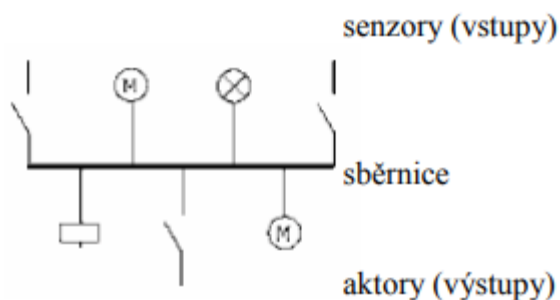
U tohoto způsobu provedení jsou jednotlivé vstupní prvky - senzory a výstupní prvky - aktory obvykle spojeny do hvězdicové topologie společně s centrální jednotkou pomocí sběrnice. Každý senzor nebo aktor má vlastní spojení s centrálním řízením. Prvky mohou mezi sebou komunikovat pouze pomocí centrální jednotky. Výhodou tohoto systému jsou cenově dostupnější systémové prvky. Hlavní nevýhodou centralizovaného systému je, že v případě poruchy centrální jednotky dojde k výpadku celého systému [3].



Obrázek 4 - Centralizovaný systém [3]

1.2.1.2 Decentralizovaný systém

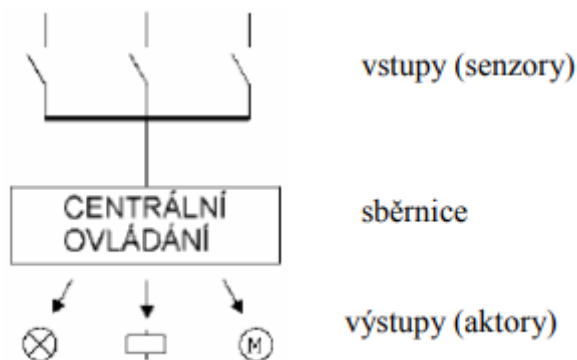
V systému jsou integrovány inteligentní senzory a aktory s vlastními mikroprocesory s pamětí. Prvky jsou vzájemně propojeny komunikační sběrnici, díky níž si předávají informace „přímo“ mezi sebou – není zde žádné centrální řízení. Systémové členy jsou oproti centralizovanému systému finančně nákladnější. Decentralizovaný systém se vyznačuje vyšší spolehlivostí oproti systému s jednou centrální jednotkou, protože jednotlivá zařízení na sobě nejsou závislá. V případě výpadku jednoho z prvků nedojde k selhání celého systému [3].



Obrázek 5 - Decentralizovaný systém [3]

1.2.1.3 Hybridní systém

Hybridní systém, také označovaný jako „částečně“ decentralizovaný systém, je tvořen kombinací centralizovaného a decentralizovaného systému. Vstupní členy systému jsou připojeny na sběrnici a výstupní členy jsou propojeny s částečně centrální jednotkou [3].



Obrázek 6 - Hybridní systém [3]

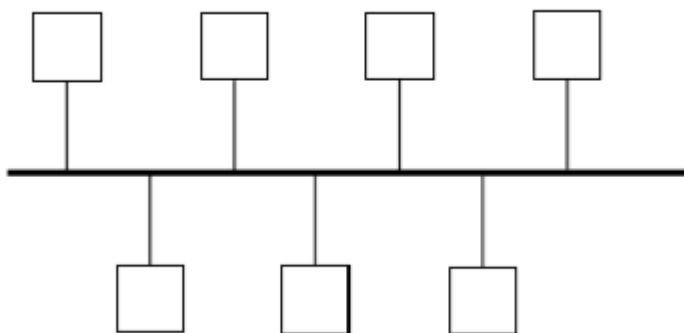
1.2.2 Topologie sběrnicevého systému

Topologie sítě je způsob propojení mezi jednotlivými prvky systému – senzory, aktory a případně centrální jednotkou. Způsob propojení mezi systémovými zařízeními má vliv na chod celého systému. Dle způsobu propojení jednotlivých prvků mezi sebou rozeznáváme tyto typy topologií:

- lineární topologie,
- liniová topologie,
- hvězdicová topologie,
- kruhová topologie,
- stromová topologie [2], [4].

1.2.2.1 Lineární topologie sítě

Jedná se o systém s průběžnou sběrníci, na níž jsou systémové prvky připojovány. Informace, kterou senzor vyšle, se šíří po sběrniceovém vedení a aktor, kterému je informace adresována, ji přijme. U tohoto způsobu uspořádání zapojení je možnou nevýhodou počet propojovacích konektorů pro jednotlivá zařízení, která mohou být příčinou vzniku poruchy [2], [4].



Obrázek 7 - Lineární topologie [2]

1.2.2.2 Liniová topologie

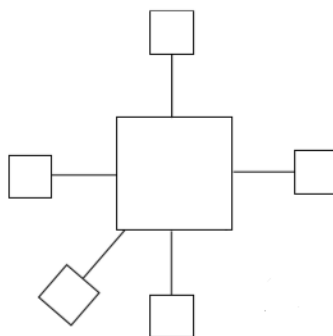
Liniová topologie je charakteristická sériovým propojením jednotlivých prvků systému. Centrální řízení v podobě centrální jednotky lze zařadit do libovolné části na sběrnici. Konce sběrnice jsou zakončeny ukončovacími odpory [2], [4].



Obrázek 8 - Liniová topologie [2]

1.2.2.3 Hvězdicová topologie

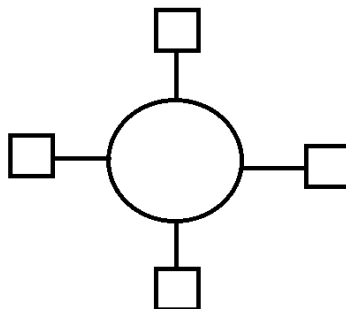
U hvězdicového typu zapojení jsou jednotlivé prvky zapojeny do jednoho centrálního uzlu, který představuje řídicí jednotku. Systém se vyznačuje vysokou spolehlivostí, která vyplývá ze způsobu propojení prvků. Výpadek jednoho ze senzorů nebo aktorů neovlivní funkčnost celého systému. Pro hvězdicové uspořádání je použito větší množství propojovacích vedení, což značně ovlivní cenu systému [2], [4].



Obrázek 9 - Hvězdicová topologie [2]

1.2.2.4 Kruhová topologie

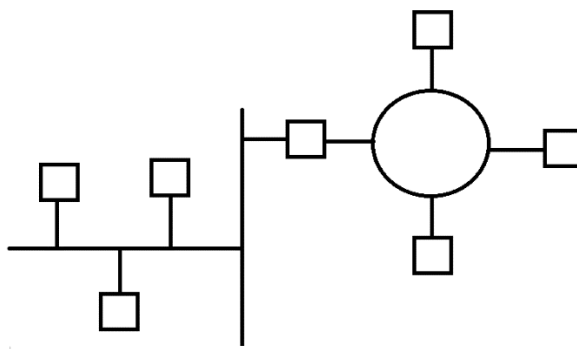
Kruhová topologie je vytvořena postupným připojováním prvků do kruhu. Systém nemá řídicí jednotku, zpráva se předává mezi jednotlivými zařízeními [2], [4].



Obrázek 10 - Kruhová topologie [2]

1.2.2.5 Stromová topologie

Jedná se o jednu z nejpoužívanějších typů topologie sítě. Struktura stromové topologie se skládá z jednotlivých větví. Bývá tvořena kombinací výše uvedených topologií. V případě výpadku jednoho z prvků se většinou omezuje funkčnost pouze dané větve, ve které se prvek nachází [2].



Obrázek 11 - Stromová topologie [2]

2 PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

Projektová dokumentace je soubor dokumentů obsahující informace související s daným projektem. Ve většině případů je složena ze dvou částí – textové a výkresové části. Projektovou dokumentaci vypracuje projektant v souladu s platnými technickými předpisy a normami. Projekt musí vyhovět požadavkům investora, které však nesmějí v žádném případě narušit celkovou bezpečnost projektu. Existuje několik stupňů projektové dokumentace staveb. Rozsah jednotlivých stupňů dokumentace se řídí vyhláškou o dokumentaci staveb č. 499/2006 Sb [6].

- **Studie stavby** – jedná se o návrh stavby v přípravné fázi projektu. Cílem je ukázat zákazníkovi možné koncepční a technologické řešení projektu. Na základě studie stavby se zákazník dále rozhoduje pro realizaci konkrétního projektu. Jedná se o nejjednodušší formu projektové dokumentace.
- **Dokumentace pro územní řízení (DUR)** – je vypracována v případech, kdy požadované místo pro stavbu není územním plánem schváleno jako pozemek pro stavební účely. Obsahuje informace o dané lokalitě. Tento stupeň dokumentace řeší vztahy pozemku vzhledem k životnímu prostředí, zemědělskému půdnímu fondu, požárními předpisy apod.
- **Dokumentace pro stavební povolení (DSP)** – součástí dokumentace tohoto stupně jsou například konstrukční a provozní řešení stavby nebo dispoziční uspořádání. Všechna navržená technologická řešení musí být v souladu s podmínkami územního rozhodnutí a s požadavky, které se týkají veřejných zájmů a norem.
- **Dokumentace pro provedení stavby (DPS)** – podrobně vypracovaná dokumentace obsahující specifické technické řešení s určením jednotlivých druhů materiálu včetně rozpočtu. Na základě DPS je projekt realizován a slouží i jako podklad pro stavební dozor, který kontroluje správné provedení stavebních prací.
- **Výrobní dokumentace** – je zpracována na základě DPS. Slouží pro posouzení nabídek dodavatelů při zadávání v rámci výběrového řízení dodavatele. Tento stupeň projektové dokumentace se týká především projektů, kde jsou navrženy kovové, dřevěné a výjimečně i betonové konstrukce.
- **Dokumentace skutečného provedení** – je vypracována až po dokončení stavby. Obsahuje veškeré změny v projektu, ke kterým došlo v průběhu stavby oproti dokumentaci pro stavební povolení. Musí být předložena u kolaudace stavby [5], [6], [7].

2.1 Textová část projektové dokumentace

Jedná se o soubor dokumentů, které jsou zdrojem informací o daném projektu. Textová část projektové dokumentace obvykle obsahuje průvodní zprávu, v níž jsou uvedeny základní identifikační údaje o stavbě, investorovi a zpracovateli projektové dokumentace. Další obsaženou textovou částí je souhrnná technická dokumentace. Je zde uveden celkový popis stavby, který zahrnuje například charakteristiku stavebního pozemku nebo účel užívání stavby. V technické dokumentaci je také uveden rozsah a obsah řešení v projektu, základní technické údaje o napěťové a rozvodné soustavě dle norem ČSN 33 0010 ed.2 a ČSN 33 2000-4-41 ed.3, stupeň důležitosti dodávky a energetickou náročnost objektu dle vyhlášky č. 78/2013 Sb.,

zákona č.406/2000 Sb. Další část, kterou musí technická zpráva obsahovat, je způsob ochrany před úrazem elektrickým proudem živých a neživých částí. Dále napojení na rozvod elektrické energie, způsob měření odběru, provedení silnoprůdých a slaboprůdých rozvodů, rozmístění jednotlivých prvků s případným odkázáním na příslušnou výkresovou část. Součástí technické zprávy je i bleskosvod, obsluha a bezpečnost práce nebo povinnosti investora, případně firem, provádějících montážní práce. Další textovou částí projektové dokumentace je výpis použitého materiálu a rozpočet. Je zde uveden veškerý materiál použitý pro rozvod elektřiny a instalaci příslušných prvků. Dále jsou zde uvedeny typy svítidel, zásuvek, rozváděčů, kabelů atd. Rozpočet a výpis použitého materiálu jsou obvykle vypracovány jako jeden ucelený dokument [8], [9].

2.2 Výkresová část projektové dokumentace

Při zpracování výkresové dokumentace je zapotřebí dodržení řady norem. Mezi hlavní normy pro zpracování elektrotechnické dokumentace patří:

- ČSN EN 61082-1 ed.3 – Zhotovování dokumentů používaných v elektrotechnice;
- IEC 60617DB – Grafické značky pro schémata;
- ČSN ISO 14617-1 – Grafické značky pro schémata;
- ČSN EN 61175-1 (013731) – Průmyslové systémy, instalace a zařízení a průmyslové produkty – Označování signálů [9].

Součástí výkresové dokumentace jsou silnoprůdé, slaboprůdé rozvody a zařízení do půdorysu obvykle v doporučeném měřítku 1:100 nebo 1:50. Pro obsáhlé projekty lze jednotlivé půdorysy rozdělit dle jejich obsahu především z důvodu zlepšení jejich přehlednosti a snazší orientace. Například na silové rozvody pro zásuvkové obvody a napájení jednotlivých spotřebičů nebo rozvody světelných obvodů. Součástí výkresové části jsou i schémata jednotlivých rozváděčů, situační schémata, bleskosvod nebo přehledová bloková schémata s topologií daného systému. Výkresy musí obsahovat legendu elektroinstalace a legendu místností, popis kabelů a razítka. Razítka obsahuje informace o projektu, informace o projektantovi a investorovi, měřítko a označení výkresu [9].

3 ENERGETICKÁ BILANCE

Výpočtový proud určený z výpočtového zatížení patří mezi základní veličiny nezbytné pro dimenzování prvků rozvodného zařízení za normálních provozních podmínek. Při projektování je zapotřebí správně určit výpočtové zatížení, aby navrhnutá soustava vyhověla požadavkům provozu a současně nebyla předimenzovaná, což by značně ovlivnilo celkovou cenu a hospodárnost projektu. Pro stanovení výpočtového proudu je zapotřebí znát odběry jednotlivých spotřebičů a také způsob jejich provozování. Způsob provozu jednotlivých zařízení lze stanovit pomocí součinitele náročnosti [10].

3.1 Součinitel náročnosti

Pravděpodobnost, že všechny instalované spotřebiče budou pracovat ve stejný čas je velice malá. Z toho důvodu je zapotřebí správně stanovit součinitel náročnosti pro dimenzování přívodních vedení. Součinitel náročnosti je definován jako podíl hodinového maximálního odběru elektrické energie v období celého roku - P_{\max} a instalovaného výkonu všech spotřebičů P_i :

$$\beta = \frac{P_{\max}}{P_i} \quad (-; W, W) \quad (1),$$

součinitel náročnosti lze stanovit několika způsoby, které se volí dle dostupných podkladů [10].

3.1.1 Součinitel náročnosti u stávajících objektů

U již stávajících objektů je součinitel náročnosti možné stanovit z výsledků ročního odběrového diagramu dle rovnice (1) [10].

3.1.2 Součinitel náročnosti u nových objektů

Pro objekty, u kterých je znám seznam spotřebičů a způsob jejich provozu, je možné součinitel náročnosti určit dvěma způsoby. Pomocí sestrojení odběrového diagramu pro jednu směnu a následně dle definice pro součinitel náročnosti (1), nebo pomocí vztahu:

$$\beta = \frac{k_s \cdot k_z}{\eta_m \cdot \eta_s} \quad (-; -, -, -, -) \quad (2),$$

kde k_s – je součinitel současnosti vyjadřující poměr instalovaných výkonů spotřebičů, které jsou současně v chodu k instalovanému výkonu všech spotřebičů. Nabývá hodnot ≤ 1 (-),

k_z – je součinitel využití vyjadřující poměr skutečného výkonu spotřebičů, které jsou současně v chodu k jejich instalovanému výkonu. Nabývá hodnot ≤ 1 (-),

η_m – je účinnost spotřebičů při daném využití (-),

η_s – je účinnost napájecí soustavy od uvažovaného místa až ke spotřebiči (-) [10].

3.1.3 Součinitel náročnosti u objektů bez uvedeného seznamu spotřebičů

Součinitel náročnosti pro objekty, u kterých není uveden seznam hlavních spotřebičů ani způsob jejich provozu, se stanoví odhadem nebo pomocí informativních tabulkových hodnot. Odhad součinitele náročnosti se provádí na základě již existujících objektů podobného

charakteru. Využití tabulkových hodnot součinitele náročnosti se využívá převážně u průmyslových a bytových objektů [10].

Průmyslové odvětví	Střední hodnota β	Rozmezí β	$\cos\varphi$ střední hodnota bez kompenzace
Rudný důl jako celek	0,62	0,6 až 0,65	0,8
a) hlubina dolu jako celek	0,65	0,6 až 0,7	0,8
aa) hlubina: důlní čerpadlo, ventilátory, těžní stroj, signalizace	0,8	0,7 až 0,9	0,8
ab) ostatní technické zařízení v hlubině	0,65	0,6 až 0,7	0,8
b) povrch dolu jako celek	0,5	0,45 až 0,6	0,6
c) pomocné provozy nevýrobní	0,3	0,25 až 0,35	0,5
Rudný důl	0,55	0,5 až 0,6	0,75
Chemický průmysl	0,55	0,35 až 0,85	0,6 až 0,85
Strojírenství	0,26	0,15 až 0,72	0,65
a) automobilový průmysl	0,24	0,15 až 0,32	0,64
b) opravny automobilů	0,32	0,24 až 0,4	0,65
c) výroba letadel	0,24	0,15 až 0,32	0,64

Obrázek 12 - Součinitel náročnosti pro různá průmyslová odvětví [10]

3.2 Výpočtové zatížení pro celý objekt

Stanovení výpočtového zatížení tímto způsobem se využívá pro dimenzování napájecích zdrojů, přívodů, rozvodů, počtu a velikosti napájecích transformátorů nebo rozváděčů. Výpočtové zatížení pro výrobní provoz nebo objekt jako celek se stanoví vzorcem:

$$P_p = P_i \cdot \beta \quad (W; W, -) \quad (3),$$

kde P_i – je celkový instalovaný výkon spotřebičů (W),

β – je součinitel náročnosti celého objektu (-) [10].

3.3 Výpočtové zatížení pro jednu skupinu spotřebičů

Tento způsob stanovení výpočtového zatížení se používá pro dimenzování rozváděče, ze kterého je daná skupina spotřebičů napájena a jeho přívodu. Výpočtové zatížení lze stanovit ze vzorce (3), v němž se instalovaný příkon a součinitel náročnosti týkají dané skupiny spotřebičů nebo pomocí níže uvedeného dvojčlenného vzorce [10].

$$P_p = a \cdot P_x + b \cdot P_i \quad (W; -, W, -, W) \quad (4),$$

kde P_i – je instalovaný výkon všech spotřebičů (W),

P_x – je součet x největších spotřebičů charakterizujících danou skupinu (W),

a, b – součinitelé náročnosti pro danou skupinu (-) [10].

Hodnoty součinitelů náročnosti představující danou skupinu spotřebičů jsou uvedeny v příložené tabulce.

Název skupiny elektrických spotřebičů		Výpočtové zatížení P_p	Střední hodnota bez kompenzace	
			$\cos\varphi$	$\tan\varphi$
Elektromotory pro individuální pohon kovoobráběcích strojů	Dílna pro zpracování za tepla při velkosériích a hromadné výrobě	$P_p = 0,5 P_5 + 0,26 P_n$	0,7	1,2
	Dílna pro obrábění kovů za studena při velkosériích a hromadné výrobě	$P_p = 0,5 P_5 + 0,14 P_n$	0,5	1,7
Elektromotory ventilátorů čerpadel, motorgenerátorů a transmisí		$P_p = 0,25 P_5 + 0,14 P_n$	0,5	1,7
Elektrické pece	Elektrické pece s automatickým (nepřerušovaným) zatěžováním	$P_p = 0,3 P_2 + 0,5 P_n$	1,0	0,0
	Elektrické pece s neautomatickým (periodickým) zatěžováním	$P_p = 0,5 P_1 + 0,5 P_n$	1,0	0,0

Obrázek 13 - Informativní hodnoty součinitelů náročnosti pro danou skupinu spotřebičů [10]

3.4 Výpočtové zatížení několika skupin spotřebičů

Používá se pro dimenzování rozváděče a jeho přívodu, z něhož je napájeno více samostatných skupin spotřebičů. Pokud pro jednotlivé skupiny spotřebičů platí [10]:

$$P_{pj} = (a \cdot P_x)_j + (b \cdot P_i)_j \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (W; -, W, -, W) \quad (5),$$

kde P_{pj} – je výpočtové zatížení j-té skupiny spotřebičů (W),

k – je počet skupin (-),

potom lze stanovit celkové výpočtové zatížení pomocí rovnice:

$$P_p = \max_{j=1,2,\dots,k} (a \cdot P_x)_j + \sum_{j=1}^k (b \cdot P_i)_j \quad (W; -, W, -, W) \quad (6),$$

[10].

3.5 Výpočtové zatížení pro jeden spotřebič

Tento způsob je využíván pro dimenzování přívodu ke spotřebiči. Pro jeho stanovení je zapotřebí znát způsob provozu daného spotřebiče, zda bude provozován v určitých časových cyklech nebo bude pro nepřetržitý provoz. V případě trvalého provozu se výpočtové zatížení určí jako:

$$P_p = \frac{P_n}{\eta} \quad (W; W, -) \quad (7),$$

kde P_n – je jmenovitý instalovaný výkon spotřebiče (W),

η – je účinnost spotřebiče (-) [10].

Pro spotřebič určený k přerušovanému nebo krátkodobému provozu se stanoví výpočtové zatížení individuálně s ohledem na daný spotřebič. Výpočtový příkon se stanoví pomocí časového průběhu příkonu (proudu) nebo:

$$P_p = P_{stálé} \leq P_n \quad (W; W, W) \quad (8),$$

kde $P_{stálé}$ – je stálý příkon stanovený početně nebo graficky, který způsobí stejné maximální oteplení vodiče přívodu jako skutečný průběh příkonu (W) [10].

Pro stanovení výpočtového příkonu tímto způsobem je zapotřebí uvažovat i časovou oteplovací konstantu vodiče. Časovou oteplovací konstantu by měl stanovit výrobce vodiče, případně ji lze vypočítat ze známých parametrů vodiče [10].

3.6 Výpočtový proud

Ze stanoveného výpočtového zatížení je možné určit výpočtový proud trojfázového spotřebiče pomocí rovnice:

$$I_v = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos\varphi} \quad (A; W, V, -) \quad (9),$$

kde U_s – je jmenovité sdružené napětí (V),

$\cos\varphi$ – je účinník v okamžiku maxima odběru (-) [10].

4 SILNOPROUDÁ ELEKTROINSTALACE

Silnoproudá instalace představuje soubor vodivých cest a zajišťuje rozvod elektrické energie od zdroje ke spotřebiči. Silovým vedením jsou napájeny elektrické spotřebiče, zásuvkové a světelné obvody, případně další dílčí instalace například pro zabezpečení objektu.

4.1 Vnitřní elektrické rozvody

Provedením elektrických rozvodů se zabývá soubor norem ČSN 33 2000. Pro správné provedení elektrických rozvodů je nezbytné vyhovět několika následujícím požadavkům:

- požadovaná provozní spolehlivost;
- bezpečnost osob, zvířat a majetku za normálního i předpokládaného poruchového stavu;
- přehlednost rozvodů, která umožní rychlou identifikaci, lokalizaci a odstranění vzniklé poruchy;
- snadná přizpůsobivost pro případné rozšiřování elektrických rozvodů nebo přemísťování vybraných elektrických zařízení;
- vzhled;
- hospodárnost provedení rozvodů z hlediska jejich pořizovacích a provozních nákladů [11], [12].

Elektrické rozvody vedené z příslušných rozváděčů lze rozdělit na rozvody v bytových, domovních prostorách nebo rozvody vedené v prostorách veřejně přístupných. Za prostory veřejně přístupné jsou považovány například komunikační prostory jako chodby, schodiště nebo sklepy. V bytových prostorách, je-li přívodní vedení provedeno jako trojfázové, je zapotřebí rovnoměrně rozložit zatížení mezi všechny tři fáze. Uložené silové vedení v jednotlivých bytech by nemělo zasahovat do bytu jiných uživatelů. V případech, kdy to není možné, se vedení provádí nepřerušovaně v ochranných trubkách bez spojovacích krabic. Průřezy vodičů, zajišťující napájení jednotlivých spotřebičů nebo zásuvkových a světelných obvodů, musí být schopny přenášet potřebné proudy. Návrh vodičů musí být tedy proveden takovým způsobem, aby se během normálního provozu nepřekračovalo dovolené zatížení jednotlivých větví v instalaci [11], [12].

Tabulka 1 - Informativní průřezy Cu vodičů a jmenovité hodnoty jisticích prvků [13]

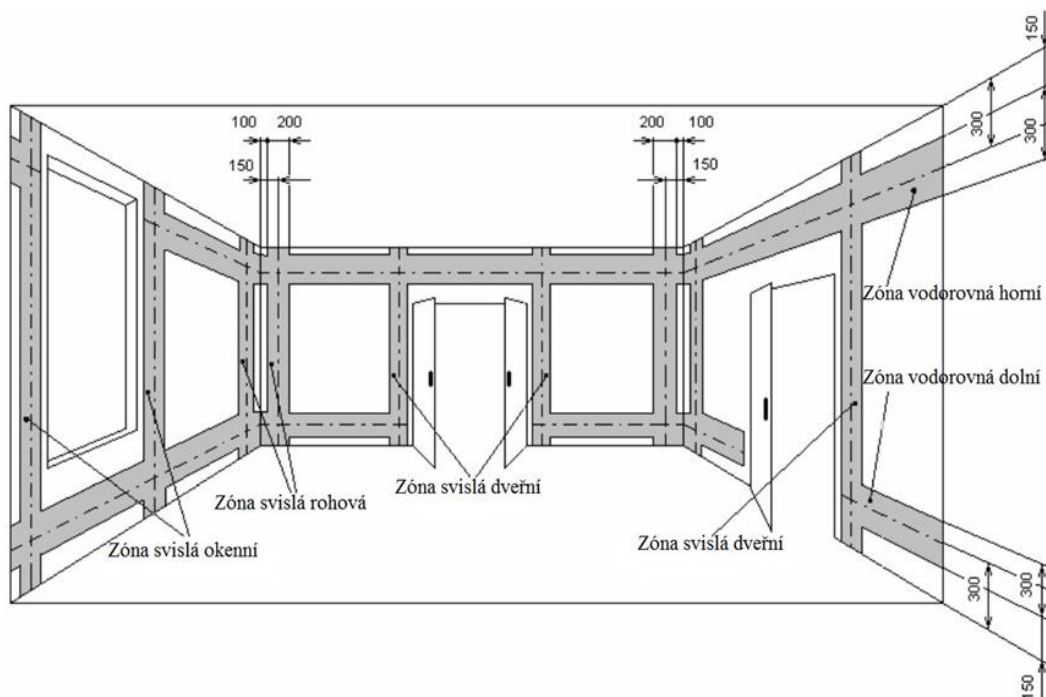
Obvod	Průřez vodiče Cu [mm ²]	Jmenovitý proud jističe [A]
zásuvkový	2,5	16
světelný	1,5	10
pračka, sušička	2,5	16
myčka	2,5	16
chladnička	1,5	10
rychlovarná konvice	2,5	16
akumulační kamna do 10 kW	2,5	16
akumulační kamna do 6 kW	1,5	10
průtokový ohříváč do 16 kW	4	25

Elektrické rozvody se provádí dvěma různými způsoby, a to jako skryté nebo povrchové. Vedení se nejčastěji ukládá jako povrchové při rozšiřování instalace nebo dodatečné montáži elektrických zařízení. Povrchové vedení je prováděno v nebytových či průmyslových objektech. U nových staveb je obvykle vedení skryto ve stavebních konstrukcích. Z toho důvodu je dobré již při projektování zohlednit provedení stavebních konstrukcí tak, aby bylo možné provedení elektrických rozvodů a vyvedení elektrických vývodů pro příslušné elektrické zařízení i v místech, kde budou umístěny v běžném provozu. Skryté elektrické rozvody ve zdech se ukládají do příslušných elektroinstalačních zón [14].

- Skryté nebo zapuštěné elektrické rozvody:
 - ve zdech, pod omítkou;
 - v dutých stěnách;
 - v podlaze;
 - ve stropních dutinách;
 - v betonových konstrukcích nebo v betonu;
- povrchové elektrické rozvody:
 - na povrchu;
 - v elektroinstalačních lištách a trubkách;
 - v kabelových žlabech;
 - v podhledech [14].

4.2 Elektroinstalační zóny

Silové vedení uložené ve zdech nebo pod omítkou se klade do vymezených svislých a vodorovných instalačních zón. Tento způsob ukládání vedení zvyšuje přehlednost elektroinstalace a také omezuje počet poruch vzniklých při stavebních úpravách. Vodorovné instalační zóny lze rozdělit do tří výškových úrovní. Dolní vodorovná zóna je vymezena prostorem hranicemi od 150 mm do 450 mm nad úrovní srovnaného terénu. Kabely vedené ve střední instalační zóně jsou vedeny ve výšce 900 mm až 1200 mm nad podlahou. Tato zóna je využívána především v místnostech s určitou pracovní plochou. Za pracovní plochu lze považovat například kuchyňskou pracovní desku nebo pracovní stůl v domovních garážích a technických místnostech. Ve výšce 150 mm až 450 mm pod stropem je vedena horní instalační zóna. Svislé elektroinstalační zóny jsou vedeny ve vzdálenosti 100 mm až 300 mm od hrany dveří, oken a rohů místností. Vedení uložené mimo instalační zóny se provádí v ochranných trubkách zapuštěných minimálně 60 mm do příslušného stavebního materiálu, aby bylo chráněno před mechanickým poškozením. Pokud koncové prvky nejsou v úrovni některé z uvedených instalačních zón, provede se kolmé vybočení z dané zóny. Pro uložení do podlah nebo stropu platí norma ČSN 33 2000-5-52 ed.2, ale nejsou zde vymezeny elektroinstalační zóny jako pro uložení do stěn [15].



Obrázek 14 - Instalační zóny pro ukládání silového vedení [16]

4.3 Zásuvkové obvody

Zásuvkové obvody jsou určeny pro připojení menších nebo přenosných elektrických spotřebičů k elektrické síti. Použití typu jednotlivých zásuvek se volí dle napěťové a proudové soustavy a také podle jejich umístění. Nástěnné zásuvky v domovních a bytových instalacích jsou osazeny v elektroinstalačních zónách minimálně 200 mm nad úroveň podlahy nebo srovnaného terénu, zásuvky v komunikačních prostorech se umísťují 300 mm nad zemí a u pracovních ploch jsou osazeny minimálně ve výšce 900 mm. Pro jejich dispoziční uspořádání při projektové části je zapotřebí uvážit, který spotřebič nebo zařízení bude z dané zásuvky napájeno, aby kabelové příводы spotřebičů nevytvářely zbytečnou překážku. Jejich rozmístění má značný vliv na uživatelský komfort. Upevnění zásuvek k uloženému silovému vedení se zajišťuje pomocí šroubů nebo bezšroubovým systémem tak, aby nedošlo k jejich uvolnění při běžném užívání. Na jeden zásuvkový okruh lze připojit nejvýše deset zásuvkových vývodů. Celkový instalovaný příkon pro daný zásuvkový okruh nesmí pro případ jističe 16 A jističem přesáhnout hodnotu 3680 W a 2300 W pro jistič okruhu jističem se jmenovitým proudem 10 A. U jednofázových zásuvek přístupných laikům je použita doplňková ochrana proudovým chráničem s reziduálním proudem 30 mA. Ochranný kolík, jenž je součástí domovních jednofázových zásuvek, musí být připojen na ochranný vodič. Domovní zásuvky se připojují pevnými vodiči. Při pohledu zepředu je ochranný kolík nahoře a je připojen ochranným vodičem, fázový vodič je připojen do levé dutinky a střední vodič se připojuje do zdířky vpravo. Trojfázové zásuvky je možné připojit na jeden okruh pouze v případě, že mají stejný jmenovitý proud. Maximální příkon všech spotřebičů připojených do jednoho okruhu nesmí překročit hodnotu 15 kVA. Pro zásuvky s jisticím prvkem do 32 A je použita doplňková ochrana proudovým chráničem s reziduálním proudem 30 mA. Proudový chránič s reziduálním proudem 100 mA je určen pro zásuvky jištěné jisticím prvkem nad 32 A. Pevně připojené spotřebiče, připojené pohyblivým kabelovým přívodem jsou opatřeny spínačem,

aby bylo možné daný spotřebič vypnout a nedocházelo k opětovnému připojení při proudovém zatížení [13], [16].

Tabulka 2 - Minimální doporučené počty zásuvkových a světelných vývodů [16]

Druh místnosti	Zásuvkové vývody	Světelné vývody
Obývací pokoj do 20 m	4	1
Kuchyň	5	2
Koupelna	2	2
WC	1	1
Místnost pro domácí práce	3	1
Chodba	1	1
Terasa	1	1
Místnost pro „HOBBY“	3	1
Sklep, půda	1	1

4.4 Světelné obvody

Do jednoho světelného obvodu lze připojit pouze tolik svítidel, aby jejich součet jmenovitých proudů nepřesáhl hodnotu jistícího prvku okruhu. Jmenovitý proud svítidel je stanoven maximálním příkonem daného typu svítidla. V místnostech, kde je zapotřebí instalovat více světelných zdrojů, jsou svítidla zapojena do více samostatně ovládaných skupin. Tím lze zajistit požadovanou osvětlenost v místnosti s potřebnou regulací. Přívodní vedení ke světelnému zdroji jsou jištěna ochranou proti nadproudu, koncové typy svítidel nejsou zvláště jištěny. Dva a více světelných okruhů se zřizuje v místnostech, kde je z provozních důvodů požadováno napájení alespoň orientačního osvětlení při poruše jednoho světelného okruhu. Jedná se převážně o veřejně přístupné prostory škol, komunikační místnosti a schodiště. Pro zajištění komfortu uživatelů jsou ovládací spínače osazovány ve výšce 1,2 m až 1,4 m nad podlahou v blízkosti dveří do místností na straně kliky, do elektroinstalačních zón. Pokud však nelze spínače osadit z provozních nebo bezpečnostních důvodů na daném místě, lze je umístit i v jiné části. Zapojení u kolébkových a páčkových spínačů je prováděno způsobem, aby poloha zapnuto byla aktivována stlačením přepínače do horní pozice nebo přepnutím páčky směrem nahoru. To neplatí pro křížové a střídavé spínače. Pro pozdější osazení svítidla je zřízen izolovaný světelný vývod. Vývod musí být ukončen v izolované spojnici nebo svorkovnici uchycené na stropě či stěně. Pro jištění světelných obvodů jsou používány jistící prvky s maximálním jmenovitým proudem 25 A. Doplňkovou ochranou – proudovým chráničem s reziduálním proudem 30 mA lze chránit pouze jeden světelný okruh. Vedení světelných rozvodů je nejčastěji prováděno vodiči s měděným jádrem o průřezu 1,5 mm² a je chráněno příslušným jistícím prvkem pro daný světelný okruh proti přetížení a zkratu [13], [17].

4.4.1 Návrh umělého osvětlení

Návrh umělého osvětlení je prováděn v místech, kde nejsou splněny požadavky na osvětlení denním světlem. Umělé osvětlení není schopno zcela nahradit denní světlo. Pomocí umělého osvětlení je snaha zajistit uživateli dostatečnou zrakovou pohodu pro vykonávání běžných zrakových úkonů. Při navrhování umělého osvětlení je zapotřebí zohlednit specifické vlastnosti navrhovaného objektu. Například určit účel jednotlivých místností, stanovit délku

pobytu uživatelů v těchto prostorech nebo při návrhu zohlednit rozmístění interiérového vybavení. Úkolem je tedy navrhnout umělé osvětlení s dodržением minimálních hodnot v jednotlivých místnostech u následujících parametrů:

- **normálová osvětlenost** – jedná se o průměrnou hodnotu osvětlenosti prostoru, jejíž jednotkou je Lux, pod kterou nesmí osvětlenost v dané místnosti klesnout. Udržovaná osvětlenost se hodnotí pomocí srovnávacích rovin, které jsou tvořeny sítí jednotlivých bodů měřících osvětlenost v daném bodě. Lidské oko je za normálních podmínek schopné rozlišovat obličej osoby s hodnotou minimální osvětlenosti 20 lx/m^2 ;
- **činitel oslnění** – tento parametr značně ovlivňuje kvalitu prováděného zrakového úkonu. Lze jej rozdělit na přímé oslnění a nepřímé oslnění. Nejčastější příčinou nepřímého oslnění je odraz. Z toho důvodu by návrh umělého osvětlení, pokud je to možné, měl obsahovat barvy stěn, případně větších interiérových doplňků. Přímé oslnění se eliminuje pomocí různých clon a filtrů;
- **index barevného podání** – je rozhodující pro schopnost světelného zdroje co nejvěrněji reprodukovat barvy v porovnání s ideálním světelným zdrojem, kterým je slunce. Hodnoty jsou udávány v procentech. Pro místnosti, ve kterých se osoby trvale zdržují, musí být tato hodnota větší než 80 %;
- **úroveň jasu** – při různých úrovních jasu v jedné místnosti musí zrak uživatele neustále vyvíjet aktivitu, aby byl schopen se přizpůsobit různým světelným podmínkám. Nepřiměřené namáhání zraku může vést k jeho trvalému zhoršení [18].

Pro návrh osvětlení se využívají orientační výpočty, díky kterým je možné stanovit počet světelných zdrojů, jejich rozmístění a energetickou náročnost. Pro návrh umělého osvětlení je v dnešní době využíváno výpočetních programů jako jsou například RELUX, Wils 7.0, Dialux. Tyto programy používají k výpočtu umělého osvětlení bodovou a tokovou metodu. Tokovou metodou lze stanovit průměrnou intenzitu osvětlení. Je možné ji využít pro výpočet průměrné hodnoty pouze v případě dostatečně rovnoměrně rozloženého světelného toku na srovnávací rovině. Průměrnou intenzitu osvětlení lze určit dle následujícího vztahu:

$$E_p = \frac{\Phi \cdot \eta \cdot z}{A} \quad (\text{lx; lm, -, -, m}^2) \quad (10),$$

kde Φ - světelný tok všech světelných zdrojů v místnosti (lm),

η - účinnost osvětlení (-),

z - udržovací činitel (-),

A - plocha místnosti (m^2) [19].

Bodovou metodou se ve většině případů zjišťuje osvětlení v konkrétních bodech s minimální a maximální hodnotou, aby bylo možné vypočítat rovnoměrnost osvětlení. Bodová metoda vychází z principů šíření světla z bodového zdroje. Pro intenzitu osvětlení od bodového zdroje platí čtvercový a kosinový zákon. Intenzitu osvětlení lze tedy vyjádřit vztahem:

$$E = \frac{I_\alpha \cdot \cos \beta}{r^2} \quad (\text{lx; cd, -, m}) \quad (11),$$

kde I_{α} - svítivost zdroje při úhlu α (cd),
 β – úhel dopadu světla na kontrolní rovinu ($^{\circ}$),
 r – vzdálenost (m) [19].

Pro návrh umělého osvětlení je nejvhodnější využít kombinaci obou zmíněných metod. Pro správný návrh osvětlení by měly být k dispozici výchozí podklady:

- rozměrové údaje navrhovaného prostoru a srovnávacích rovin;
- charakteristika a barva povrchové struktury;
- popis zrakového úkonu v daném prostoru;
- charakteristika prostředí;
- informace o využívání prostorů;
- specifické vlastnosti pro použitá svítidla [19].

Tabulka 3 - Požadavky na normálovou osvětlenost vybraných prostorů a úkonů [20]

Prostor, úkol, činnost	Normálová osvětlenost E [lx]	Činitel oslnění UGR [-]	Index podání barev R [-]
psaní, čtení, práce na PC	300	19	80
schodiště	100	0,4	40
archivy	200	25	80
prodejní prostory	300	22	80
kuchyně	500	22	80
hrací koutek v MŠ	300	19	80
Komunikační prostory a chodby	100	28	40
expedice a balírny	300	25	60
koupelny, WC	100	25	60

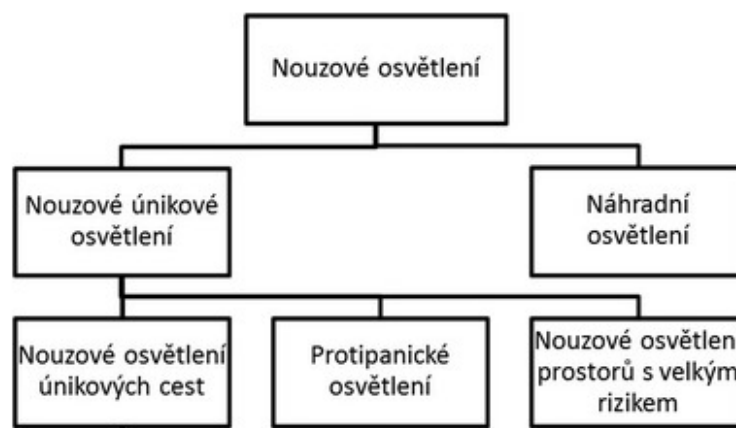
4.4.2 Nouzové osvětlení

Nouzové osvětlení je zřizováno pro případy, kdy dojde k selhání napájení osvětlovací soustavy pro normální bezporuchový stav. Nouzové osvětlení musí být napájeno ze zdroje, který není závislý na elektrické síti. Je možné využít centrální napájení z náhradního zdroje nebo napájení pomocí baterií integrovaných v jednotlivých svítidlech. Osvětlení lze rozdělit dle jejich funkce na náhradní osvětlení a na nouzové únikové osvětlení. Nouzové únikové osvětlení lze rozdělit dle jejich funkce na nouzové osvětlení únikových cest, protipanické osvětlení a nouzové osvětlení prostorů s velkým rizikem [21], [22].

- **Náhradní osvětlení** – jedná se o druh nouzového osvětlení, který umožňuje pokračovat ve vykonávané činnosti bez zásadních změn. Jde tedy o náhradu osvětlení používané v bezporuchovém provozu.
- **Nouzové osvětlení únikových cest** – tento druh osvětlení musí umožnit osobám, vyskytujícím se v objektu bezpečný odchod z prostoru v případech, kdy není zajištěno napájení pro osvětlovací soustavu v běžném provozu. Dále musí být

označeny směry únikových cest a dostatečná osvětlenost protipožárních a bezpečnostních zařízení. Únikovou cestu lze definovat jako cestu určenou k evakuaci začínající v místě evakuace a končící v bezpečném prostoru.

- **Protipanické osvětlení** – hlavním účelem je zamezení vzniku paniky umožnění bezpečného přesunutí k únikovým cestám. Používá se v prostorách, kde nejsou zřízeny únikové cesty.
- **Nouzové osvětlení s velkým rizikem** – účelem je umožnit osobám bezpečně ukončit pracovně nebezpečnou činnost, aby nedošlo k ohrožení osob činnost vykonávajících a osob nacházejících se ve stejné místnosti. Nouzové osvětlení je zřizováno na dobu nezbytnou pro ukončení pracovního úkonu nebo trvale [21], [22].



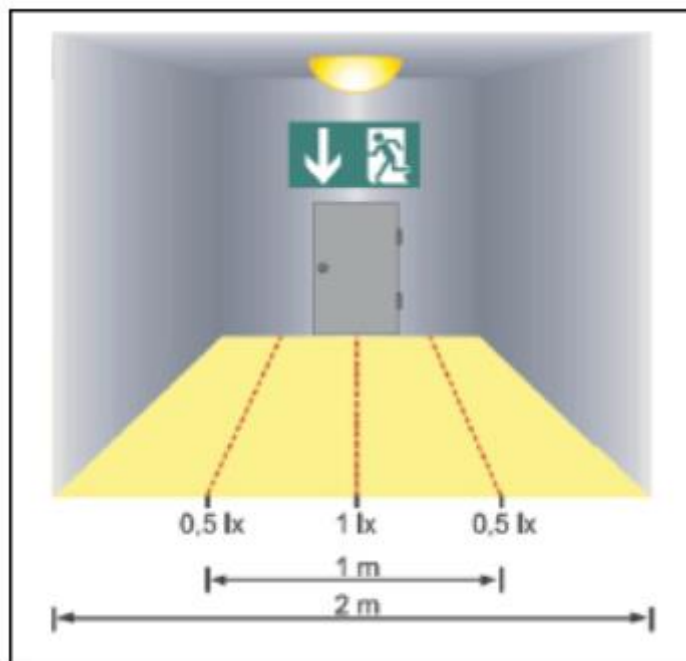
Obrázek 15 - Rozdělení nouzového osvětlení [23]

4.4.2.1 Požadavky na nouzové osvětlení

Pro návrh nouzového osvětlení je nezbytné, aby navrhnutá soustava a použitá svítidla vyhovovala požadavkům stanovenými normami. Požadavky pro nouzová svítidla se zabývá norma ČSN EN 60598-2-22. Svítidla v navrhnuté soustavě musí zajistit osvětlenost únikových cest, dveří i ochranných prostředků a upozornit na nebezpečná místa:

- dveře určené pro nouzový východ;
- schodiště ve vzdálenosti 2 m;
- každá změna úrovně ve vzdálenosti 2 m;
- nařízené únikové východy a bezpečnostní značky;
- každou změnu směru a křižování chodeb;
- vnější označení únikového východu ve vzdálenosti 2 m;
- křižování chodeb;
- místo první pomoci, hasícího prostředku a požární hlásiče ve vzdálenosti 2 m;
- únikové zařízení pro osoby s omezenou schopností pohybu ve vzdálenosti 2 m;
- hlásiče pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace ve vzdálenosti do 2 m [21], [23].

Únikové cesty do šířky 2 m musí dosahovat horizontální osvětlenosti na podlaze podél osy únikové cesty alespoň 1 lx. Poměr maximální a minimální osvětlenosti podél osy únikové cesty nesmí být větší než 40:1. Nouzové osvětlení únikových cest musí být poskytnuto automaticky a včas, přičemž nouzová svítidla únikových cest musí plnit svoji funkci minimálně po dobu 1 hodiny s dobou náběhu do 5 sekund při dosažení 50 % hodnoty jejich osvětlenosti a do 60 sekund při dosažení plně požadované hodnoty. Pro požadované osvětlení únikových cest se svítidla umísťují alespoň 2 m nad podlahou [21], [23].



Obrázek 16 - Požadované osvětlení únikových cest [24]

4.5 Požadavky na jednotlivé typy místností

Elektrické rozvody v místnostech, kde se může vyskytnout sprcha, vana nebo umývací prostor, se kladou dle požadavků uvedených v technické normě ČSN 33 2000-7-701 ed.2. Je zde nutné respektovat zvýšené bezpečnostní opatření [25].

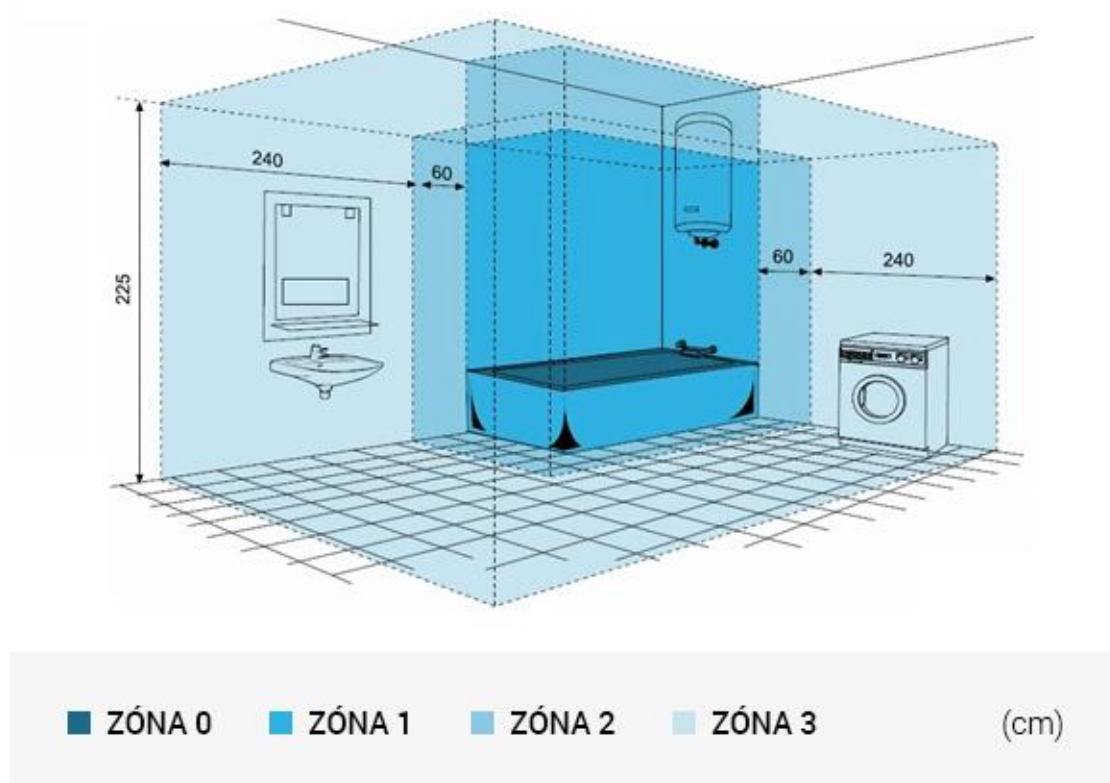
4.5.1 Prostory se sprchou nebo vanou

V koupelnách a ve všech prostorách se sprchou nebo vanou jsou dle ČSN vymezeny čtyři zóny. Každá zóna je vymezena vlastními rozměry a každá zóna se vyznačuje vlastními specifickými podmínkami pro umístění elektrických zařízení [25].

- **Zóna 0** – je vymezena vnitřními prostory koupací nebo sprchové vany. V případech, kdy sprcha není vybavena vanou, je zóna ohraničena podlahou a rovinou ve výšce 0,05 m nad úrovní podlahy. Pro sprchy s nesnímatelnou hlavici je zóna 0 ohraničena svislou stěnou o poloměru 0,6 m se středem v místě, kde se nachází hlavice sprchy. Pro sprchy s pohyblivou hlavici jsou svislé roviny ohraničující danou zónu vymezeny prostorem, ve kterém se nachází osoba užívající příslušnou sprchu. Do zóny 0 je možné umístit pouze zařízení s minimálním

stupněm krytí IPX7. Je zde dovolena ochrana pouze malým napětím 12 V AC, 30 V DC. V prostoru vymezeném zónou 0 nesmí být instalovány žádné spínací přístroje nebo příslušenství, pouze upevněné zařízení určené pro tuto zónu. Elektrické zařízení umístěné do tohoto prostoru musí být připojeno pevným elektrickým přívodem, chráněno ochranou s malým napětím a splňovat požadavky odpovídajících norem.

- **Zóna 1** – je vymezena svislými rovinami, které obalují danou sprchu nebo vanu, stejně jako zóna 0 a vodorovnou rovinou ve výšce 2,25 m nad podlahou. Součástí této zóny jsou i prostory nacházející se pod vanou, k nimž je umožněn přístup bez použití nástroje. Pro sprchy bez vany a s nesnímatelnou hlavici je tato zóna svislými rovinami o poloměru 0,6 m od hlavice sprchy. Pro sprchy s pohyblivou hlavici je zóna vymezena sprchovacím prostorem. Do zóny je možné instalovat pouze zařízení se zvýšeným krytím IPX4 s napájecím napětím 12 V AC, 30 V DC. Elektrická zařízení musí být připojena pevným elektrickým přívodem a chráněna proudovým chráničem 30 mA.
- **Zóna 2** – tato zóna je vymezena hranicemi zóny 1 a svislými rovinami nacházejícími se 0,6 m od hranice zóny 1. Vodorovná rovina vymezující výškové ohraničení je ve výšce 2,25 m nad podlahou. Pro koupelny s výškou stropu větší než 2,25 m je zóna 2 také nad zónou 1 až do výšky 3 m, kde je hranice vymezena vodorovnou rovinou. Mohou se zde umístit zařízení splňující podmínky pro zónu 0 a zónu 1 a zařízení určená pro zónu 2 s minimálním stupněm krytí IPX4. Pro zařízení nad pevně usazenou sprchou je dostačující stupeň krytí IPX2. Zařízení nacházející se v příslušné zóně musí být chráněna proudovým chráničem s reziduálním proudem 30 mA. Do této zóny lze umístit stejná zařízení jako v zóně 1 a dále svítidla, ventilátory a topná zařízení.
- **Zóna 3** – v této zóně je již možné osazovat zásuvky, spínače a běžná svítidla. Elektrická zařízení v této zóně musí být chráněna proudovým chráničem s reziduálním proudem 30 mA [25].



Obrázek 17 - Vymezení jednotlivých zón pro místnosti s vanou nebo sprchou [26]

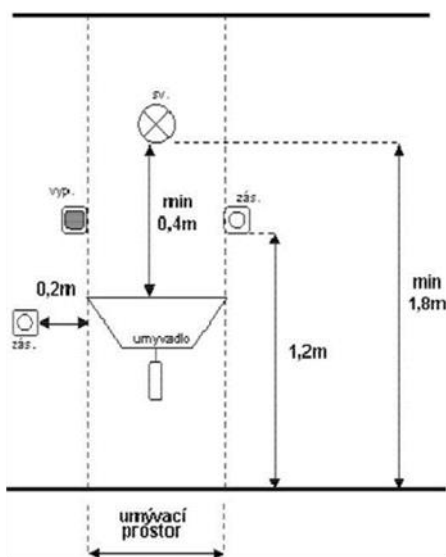
Pro místa, kde je využíváno ochrany bezpečným malým napětím SELV je zapotřebí, aby byla provedena ochrana před přímým dotykem živých částí přepážkami, kryty, případně izolací se schopností odolat zkušebnímu napětí 500 V po dobu 1 minuty. Pro místnosti s vanou nebo sprchou musí být provedeno doplňující pospojování ochranných vodičů s neživými částmi v zónách. Pro veškeré elektrické rozvody vedené v prostorách výše zmiňovaných zón platí, že musí být omezeny pouze na rozvody napájející elektrická zařízení umístěná v těchto zónách [27].

Tabulka 4 - Přehled stupně ochrany kryty a zábranami [28]

Stupeň ochrany před dotykem nebezpečných částí a před vniknutím cizích pevných těles udávaných první číslicí	
IP 0x	Bez ochrany
IP 1x	Proti vniknutí cizích pevných těles o průměru >50 mm a před dotykem hřbetem ruky.
IP 2x	Proti vniknutí cizích pevných těles o průměru >12,5 mm a před dotykem prstem.
IP 3x	Proti vniknutí cizích pevných těles o průměru >2,5 mm a před dotykem nástrojem.
IP 4x	Proti vniknutí cizích pevných těles o průměru >1 mm a před dotykem drátem.
IP 5x	Zařízení je chráněno proti prachu a před dotykem drátem.
IP 6x	Zařízení je prachotěsné a je chráněno před dotykem drátem.
Stupeň ochrany před vniknutím vody udávaný druhou číslicí	
IP x0	Bez ochrany.
IP x1	Svisle kapající.
IP x2	Kapající ve sklonu 15 stupňů.
IP x3	Kropení, déšť.
IP x4	Stříkající.
IP x5	Tryskající.
IP x6	Intenzivně tryskající.
IP x7	Dočasné ponoření.
IP x8	Trvalé ponoření.
Stupně ochrany před dotykem nebezpečných částí udávané přidavným písmenem	
A	Chráněno před dotykem hřbetem ruky (sonda je koule o průměru 50 mm)
B	Chráněno před dotykem prstem (článekový zkušební prst o průměru 12 mm a délky 80 mm)
C	Chráněno před dotykem nástrojem (sonda dotyku o průměru 2,5 mm a délky 100 mm)
D	Chráněno před dotykem drátem (sonda dotyku o průměru 1 mm a délky 100 mm)
Doplňková písmena	
H	Zařízení vysokého napětí.
M	Zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody, jsou-li pohyblivé části zařízení v pohybu.
S	Zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody, jsou-li pohyblivé části zařízení v klidu.
W	Vhodné pro použití za stanovených povětrnostních podmínek. Krytí je dosaženo dodatečnými ochrannými vlastnostmi nebo metodami

4.5.2 Umývací prostory

Jedná se o prostory koupelen, umývár a všech místností s umyvadlem nebo kuchyňským dřezem. Tyto prostory, stejně jako prostory s koupací vanou nebo sprchou, jsou vymezeny hranicemi pro osazování zásuvek, spínačů nebo svítidel. Umývací prostor je vymezen svislými rovinami kopírujícími obrysy daného umyvadla, a to v celé výšce místnosti, tedy od podlahy až po strop. Zásuvky a spínače osazené minimálně 1,2 m nad zemí lze umístit přímo k hranici vymežující umývací prostor. Pro zásuvky a spínače osazené níže je nezbytné dodržení odsazení 0,2 m od těchto vymežujících rovin. Zásuvky mohou být umístěny v umývacím prostoru, jsou-li součástí nástěnné skříňky. Svítidlo s ochranným sklem je možné umístit do umývacího prostoru v případě, že jeho spodní okraj bude umístěn v minimální výšce 1,8 m nad úrovní podlahy. Svítidlo namontované níže než ve výšce 1,8 m je vybaveno ochranným košem s krytím alespoň IPX1. Jeho spodní okraj musí být minimálně 0,4 m nad horní hranou umyvadla [27].



Obrázek 18 - Umývací prostor [29]

5 SYSTÉM KNX

Systémová instalace umožňuje zvýšit efektivitu při využívání energie jednotlivých komponentů, kterými mohou být například osvětlovací nebo topné systémy. Pro inteligentní řízení a monitorování všech zařízení je nezbytné zajistit komunikaci mezi všemi potřebnými snímači a akčními členy. Takové zvýšení počtu prvků a vodičů v instalaci zvyšuje riziko vzniku poruchy nebo případně požáru a zvýšení finančních nákladů na celkovou instalaci. Odstraněním uvedených problémů se zabývá celosvětově rozšířená norma, která je popsána v podkapitole 6.3. Mezi hlavní výhody použití systému KNX patří:

- certifikovanost a kvalita výrobků,
- jistota do budoucna díky mezinárodní normě,
- lze použít ve všech aplikačních oblastech řízení domů a budov,
- možnost propojení s jinými systémy,
- různé konfigurační režimy:
 - E-režim – snadná instalace,
 - S-režim – systémová instalace,
- různé druhy komunikačních médií,
- jediný celosvětově uznávaný systém jednotné sběrnice mezi velkým množstvím výrobců [30], [31].

KNX systém je sběrnice systém určený pro řízení nejrozličnějších ovládacích funkcí budov. Všechny přístroje se značkou KNX používají pro vzájemnou komunikaci a přenos dat stejný způsob, tedy produkty KNX od různých výrobců jsou vzájemně kompatibilní. KNX sběrnice systém se vyznačuje decentralizovanou strukturou. Pro řízení systému není zapotřebí centrální řídicí jednotka, protože systém je tvořen všemi přístroji zakomponovanými do systému na stejné úrovni. Jednotlivé komponenty obsahují vlastní mikroprocesor, díky kterému jsou schopné přístroje správně pracovat i v případě závady nebo poruchy na jiném prvku. Závada má vliv pouze na prvek, na kterém se vyskytla a na jeho funkcích. Systém KNX umožňuje i řízení systému prostřednictvím centralizované jednotky. Tento způsob řízení je realizován pouze pro velmi specializované aplikace. Decentralizované sběrnice systémy KNX mohou být tvořeny nejméně dvěma sběrnice přístroji – snímačem a akčním členem, naopak při správném topologickém uspořádání lze řídit systémem KNX více než 50 000 přístrojů pomocí 16 bitového adresování [31].

5.1 Historie KNX

Systém domovní automatizace KNX byl původně prezentován pod názvem Evropská instalační sběrnice – EIB. Tento systém byl uveden na trh Evropskou instalační sběrnice asociací – EIBA. V roce 1999 se sloučila EIBA, francouzská asociace BCI – Batibus Club International a nizozemská asociace zabývající se domovními systémy EHSA – European Home Systems Association. Sloučením těchto tří asociací vznikla nová asociace, nesoucí společný název KNX se společným sídlem v Bruselu v Belgii. Moderní technika používaná v přístrojích KNX je kompatibilní s technikou používanou ve starších EIB systémech. Tato kompatibilita zaručuje spolupráci prvků nesoucí jeho logo KNX, tak i logo EIB [31].

5.2 Specifické výhody systému KNX

Jednou z velkých výhod systému je, že výrobci na trh přinášejí certifikované produkty KNX. Znamená to, že logo KNX je přístroji uděleno až po úspěšném certifikačním procesu. KNX logo na přístroji tedy poskytuje záruku z následujících hledisek:

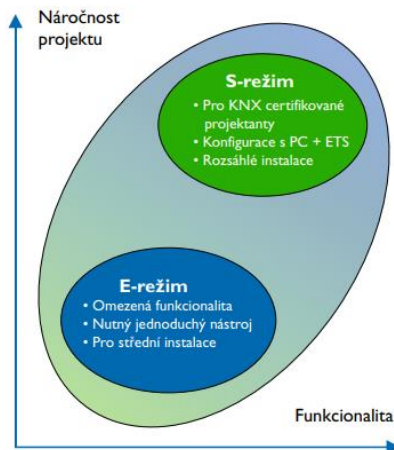
- **Kvalita** – pokud výrobci požadují certifikaci produktu je nezbytné, aby byl kompatibilní s ISO 9001. V podstatě to znamená, že člen KNX musí mít zaveden systém kontroly kvality ve svém podniku. Kontrolní systém přispívá ke kvalitě a spolehlivosti produktů KNX.
- **Vzájemná kompatibilita** – jednou z mnoha certifikačních zkoušek je prověření slučitelnosti testovaných produktů. Výsledek je nezávislý na výrobci, tedy přístroje a aplikace různých výrobců musí být možné libovolně kombinovat ve společné instalaci tak, aby jednotlivé prvky byly schopny mezi sebou komunikovat a předávat si tak potřebné informace.
- **Konfigurační kompatibilita** – pro konfiguraci jakéhokoliv zařízení KNX je potřebný pouze jediný nástroj. Lze tedy konfigurovat pomocí softwaru ETS – Engineerin Tool Software.
- **Zpětná kompatibilita** – prvky KNX, které jsou již součástí stávající instalace je možno doplnit o nové. Staré i nové komponenty musí být vzájemně kompatibilní a komunikovat mezi sebou.
- **Chytrá síť** – KNX přispívá ke koncepci inteligentních sítí. V blízké budoucnosti bude propojení mezi elektrickou instalací budovy a poskytovatelem energie rozšířeno o další informační a komunikační technologie. Nastane tedy obousměrný tok informací mezi budovou a poskytovatelem energie, který se bude týkat tarifu dodávané energie platnému právě v daném časovém intervalu. Výsledkem by mělo být snížení nákladů na energii.
- **Vytváření kombinací** – v rámci jedné systémové instalace je možné kombinovat všechny typy funkcí budovy, kterými mohou být například rolety, osvětlení, žaluzie, vytápění, vzduchotechnika, audio-video atd. [30].

5.3 KNX – celosvětově rozšířená norma pro řízení domů a budov

KNX je odsouhlasen jako mezinárodní norma ISO/IEC 14543-3 stejně jako evropská norma CENELEC EN 50090 a CEN EN 13321-1 a čínská norma GB/T 20965. Výrobky KNX zhotovené různými producenty lze tedy kombinovat. Obchodní známka KNX je zárukou jejich vzájemné kompatibility. Jedná se tedy o celosvětovou normu pro řízení komerčních i obytných budov. Cílem je umožnit přenos potřebných dat všem komponentům v instalaci nezbytných pro ovládání různých funkcí budovy. Je nutné zajistit jednotnou společnou komunikaci mezi prvky – systémem nezávislým na výrobci ani na aplikační oblasti, tedy KNX sběrnici [30], [31].

5.4 Konfigurační režimy

Každý výrobce si může zvolit konfigurační režim v závislosti jeho uplatnění na trhu. KNX používá dva odlišné konfigurační režimy [31].



Obrázek 19 - Porovnání konfiguračních režimů [30]

5.4.1 S-režim

Systémový režim je určený především k vytváření propracovaného řízení funkcí budov a nabízí nejvyšší stupeň přizpůsobivosti k realizaci funkcí pro jejich řízení. Instalace se projektuje na základě společného programovacího nástroje ETS Professional. Tento program lze použít i při nastavování jednotlivých komponentů. Tento režim je určen pro projektanty a techniky s certifikací KNX v rozsáhlých instalacích [31].

5.4.2 E-režim

Tento snadný režim nabízí pouze omezenou funkčnost ve srovnání se systémovým režimem. Ke konfiguraci se nepoužívá PC, ale používá se centrální kontrolér a tlačítka na jednotlivých přístrojích. Zde jsou již jednotlivé komponenty předem naprogramovány s nastavením základní sady parametrů. E-režim je určen především pro střední a méně rozsáhlé instalace [31].

5.5 Komunikační média KNX

K výměně informací je zapotřebí jednotlivé sběrníkové prvky propojit pomocí různých typů médií. Těmito propojovacími médii může být například dvojvodičový kroucený pár, silové vedení nebo lze prvky mezi sebou propojit bezdrátově. Každé komunikační médium lze použít ve spojení s ostatními konfiguračními režimy:

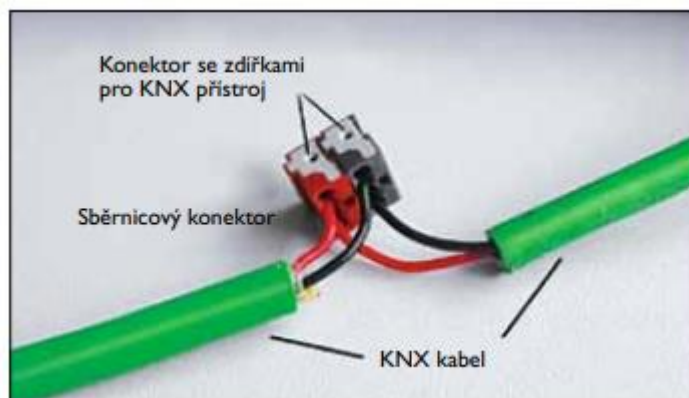
- kroucený pár – TP,
- silové vedení – PL,
- radiofrekvenční – RF,
- ethernet/WIFI – IP [31].

Tabulka 5 - Přehled rychlosti komunikace pro jednotlivá média [31]

Komunikační médium	Komunikační rychlost
(-)	(Bit/s)
TP	9600
PL	1200
RF	16384

5.5.1 Kroucený pár

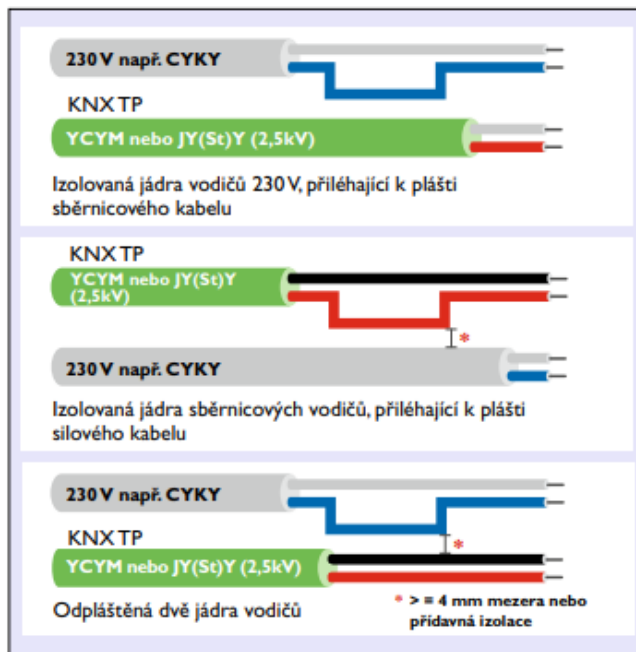
Jedná se o dvoužilový kroucený pár ve sběrníkovém kabelu. Tento způsob komunikace je v současné době nejrozšířenějším komunikačním médiem v systémových instalacích KNX. Všechny prvky v instalaci jsou připojeny k tomuto sběrníkovému kabelu. Kroucený pár (TP) slouží jako komunikační médium mezi přístroji a také jako jejich napájení. Jmenovité stejnosměrné napětí sběrníkového systému je 24 V. Sběrníkové přístroje jsou schopny správně vykonávat svoji funkci v rozmezí hodnot stejnosměrného napětí 21 – 30 V. Způsob přenosu dat pomocí TP označujeme jako symetrický – datový kabel nemá pevný vztažný bod proti zemi. Jednotlivé sběrníkové přístroje jsou připojovány pomocí sběrníkové svorkovnice k datovému kabelu. Tyto svorkovnice umožňují odpojit přístroje od sběrnice bez ukončení vzájemné komunikace ostatních prvků ve sběrníkové línii [31].



Obrázek 20 - Sběrníková svorkovnice s připojeným datovým kabelem [31]

5.5.1.1 Požadavky na instalaci KNX TP

Při použití sběrníkového krouceného páru je sběrníkové napětí v oblasti bezpečných malých napětí SELV. Je však zapotřebí věnovat zvýšenou pozornost kritickým místům instalace. V těchto místech může dojít ke kontaktu sběrníkového kabelu se silovým vedením, například v odbočovacích krabicích, spínacích skříňkách nebo rozváděcích. Proto musí být dodrženy nejmenší přípustné vzdálenosti mezi vodiči. Vliv rušení na přenos dat závisí na typu použitého kabelu a jeho stínění [31].



Obrázek 21 - Minimální vzdálenosti mezi silovým vedením a sběrnicevým kabelem [31]

5.5.2 Silové vedení

Silové vedení PL – powerline se ke komunikaci mezi přístroji používá převážně v případech, kdy se již stávající elektroinstalace přeměňuje na systémovou instalaci KNX. Ke vzájemné komunikaci je využito již uložených silových vodičů, proto není zapotřebí klást další sběrnicevé kabely. Pro sběrnicevou komunikaci se vždy využívá jeden ze tří fázových vodičů a nulový vodič. Přenášené datové signály jsou superponovány na síťové napětí. Při využití tohoto typu komunikačního média je napájení zajištěno sítí 230 V AC a není již zapotřebí dalších systémových napájecích zdrojů [31].

5.5.3 Radiofrekvenční přenos

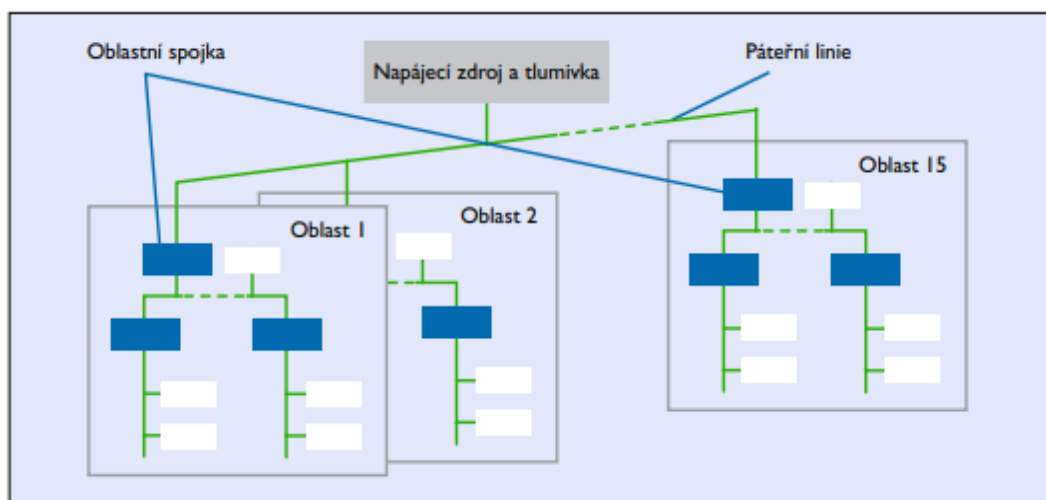
Komunikace pomocí radiofrekvenčního přenosu je využívána v situacích, kdy již není možno instalovat nové sběrnicevé kabely nebo jsou přístroje KNX instalace ve špatně dostupných částech objektu. Ve většině případů se tedy používá pro rozšiřování stávajících KNX instalací. Snímače, využívající RF komunikaci, jsou často napájeny bateriemi. Baterie jsou využity jako napájecí zdroj v případech, kdy přístroje nemusí být ve stálém pohotovostním stavu, tzn. pracují pouze při odesílání telegramu. Akční členy, přístroje, u kterých je vyžadována obousměrná komunikace, jsou napájeny ze sítě 230 V [31].

5.5.4 Ethernet, IP

Využívá se především pro vzdálenou správu a monitorování systému. Data se přenáší pomocí IP telegramů, které využívají klasickou ethernetovou síť. KNX systém využívá dva způsoby komunikace pomocí Ethernetu, a to „tunelling“ nebo „routing“. Tunneling se používá k dosažení sběrnice z internetu nebo místní sítě za účelem programování KNX. Routing je využíván pro přenos telegramů po síti Ethernet, například k propojení dvou KNX systémů [32].

5.6 Topologie KNX

Sběrníkový systém je pro dosažení požadovaných vlastností a zvýšení efektivity celého systému uspořádán do segmentů, linií a oblastí. Toto uspořádání slouží i pro lepší orientaci v systému. Při uspořádávání je zapotřebí dodržet určitá pravidla. Základní jednotkou topologie je linie. Linie obsahuje napájecí zdroj včetně tlumivky a maximálně dalších 64 sběrníkových přístrojů. Linii lze rozšířit pomocí liniových opakovačů o dalších 64 sběrníkových přístrojů. Rozšíření pomocí liniových opakovačů je nazýváno liniový segment. V jedné linii mohou paralelně pracovat maximálně 3 liniové segmenty. Do hlavní linie lze připojit pomocí liniových spojek nejvíce 15 jednotlivých linií. Oblastní linii tvoří 15 jednotlivých linií připojených do hlavní linie. V hlavní linii může být umístěno také 64 sběrníkových přístrojů, ale nelze v ní použít liniové opakovače. Každá linie potřebuje vlastní napájecí zdroj. Až 15 oblastních linií je možné propojit pomocí páteřní linie, která musí obsahovat vlastní napájecí zdroj. Výslednou topologií je volná stromová topologie [32].



Obrázek 22 - Topologie systému KNX [31]

Pro správnou komunikaci mezi jednotlivými přístroji je každému zařízení na sběrnici přiřazena individuální adresa. Tato adresa může mít například tvar 1.3.2., kde první číslice značí oblast sběrníkového systému, druhá číslice linie a třetí číslice označuje sběrníkový přístroj [32].

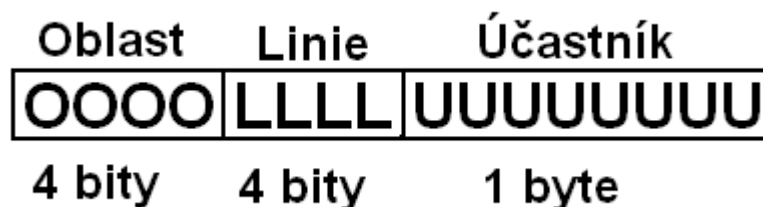
Spojky v KNX systému:

- **Oblastní spojka** – propojuje páteřní linii s hlavní linií v jednotlivých oblastech.
- **Liniová spojka** – slouží k propojení podružných linií s hlavní linií.
- **Liniový opakovač** – rozšiřuje jednotlivé podružné linie o liniové segmenty [32].

5.6.1 Individuální adresa

Každé zařízení připojené na sběrnici musí mít svoji vlastní individuální adresu. Pro přiřazení individuální adresy slouží programovací tlačítko, které je součástí daného přístroje. Po stisknutí programovacího tlačítka je prvek připraven přijmout individuální adresu, která mu má být přidělena. Nastavení příslušných adres se provádí pomocí programovatelného nástroje pro systém KNX - Engineering Tool Software (ETS). Každá individuální adresa

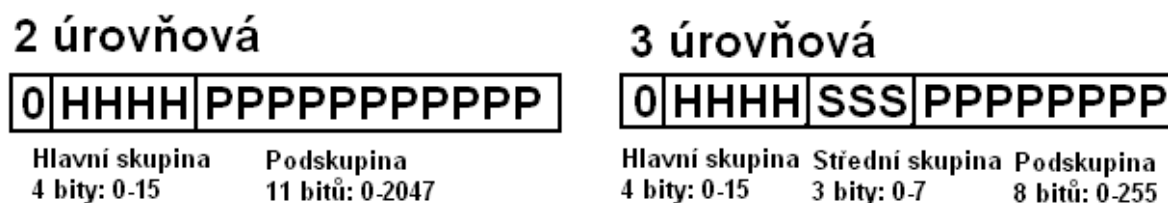
je tvořena 2 bitovým číslem. První, 8 bitové číslo značí adresu podsítě. Adresa podsítě je tvořena 4 bitovým číslem pro určení adresy příslušné oblasti (Area address) a 4 bitovým číslem pro určení dané linie v oblasti (Line address). Druhé, 8 bitové číslo, označuje adresu příslušného zařízení (Bus device). V normálním provozu se individuální adresa používá převážně pro identifikaci odesílatele zprávy a řízení prioritního přístupu na sběrnici. Dále se využívá k diagnostice, modifikaci prvků, případně pro odstranění vzniklých chyb [33].



Obrázek 23 - Individuální adresa [33]

5.6.2 Skupinová adresa

Skupinové adresy umožňují komunikace sběrniceovými prvky. V KNX systémové instalaci musí být obsažena skupinová adresa vždy minimálně dvakrát, u akčního členu a snímače. Existují dvě odlišné struktury skupinových adres, a to 2 úroňová a 3 úroňová. V současné době se upřednostňuje 3 úroňová struktura. Hlavním důvodem upřednostnění je lepší orientaci v projektu. Skupinová adresa 2 úroňová se skládá z hlavní skupiny a podskupiny. 3 úroňová skupinová adresa obsahuje stejné dvě skupiny jako 2 úroňová a navíc obsahuje tzv. střední skupinu [33].



Obrázek 24 - Různé struktury skupinových adres [33]

Příklad rozdělení jednotlivých skupin:

- **Hlavní skupina** – označuje oblast, ve které se daný prvek nachází (sklep, přízemí, 1.NP atd.).
- **Střední skupina** – značí typ ovládané soustavy (osvětlení, zásuvky atd.).
- **Podskupina** – určuje funkci zařízení (světla zapnuto/ vypnuto, žaluzie nahoru/ dolů atd.) [33].

5.7 Telegram

Způsob komunikace v systémové instalaci mezi přístroji KNX, snímači a akčními členy je založen na předávání zpráv v podobě digitálních pulsů. V KNX jsou tyto zprávy označovány jako telegramy. Zprávy dosahují pouze dvou stavů. Přenosovou jednotkou je jeden bit, který

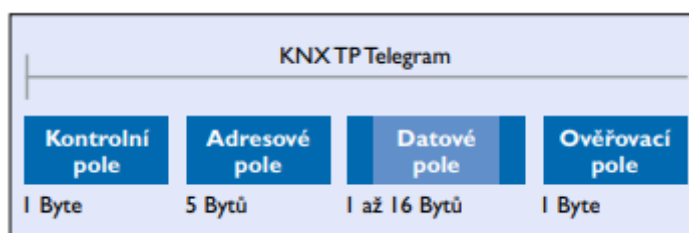
nabývá hodnoty logické „0“ nebo logické „1“. Délkou a počtem stavů v binárním čísle lze vyjádřit různé funkce přístrojů. Pro vyjádření spínacích funkcí je zapotřebí 1 bit. Stav zapnuto představuje hodnota logická „1“, a stav vypnuto logická „0“. Pro nastavení složitějších funkcí, jako je například natočení úhlu žaluzií, je zapotřebí větší binární číslo, které může obsahovat až 256 kroků. Pro vyjádření takového čísla je zapotřebí 8 bitů nebo – li 1 byte. Různé funkce se tedy liší ve velikosti a délce binárního čísla [31], [33].

Tabulka 6 - Příklady binárních hodnot s formáty dat [34]

Rozměr dat	Počet stavů	Název	Použití v KNX/EIB
1 bit	2	Bit	spínání
2 bity	4		priorita
4 bity	16		stmívání
8 bitů	256	Byte	hodnota
16 bitů	65 536	slovo	teplota
32 bitů	4 294 967 296	dvojitě slovo	čítač

Telegram společně s přenášenou informací o funkci přístroje obsahuje i další informace. Struktura telegramu je tvořena částmi:

- **kontrolní pole** – určuje prioritu daného telegramu v případě současného předávání informací více prvků najednou a zda se bude telegram opakovat, pokud příjemce danou informaci neobdržel nebo na ni nezareagoval;
- **adresové pole** – zde je uvedena informace o individuální adrese odesílatele a příjemce. V případě příjemce je určeno, zda se jedná o individuální nebo skupinovou adresu;
- **datové pole** – obsahuje velikost a způsob komunikace přenášených dat;
- **ověřovací pole** – paritní bity určené k ověření, že telegram byl správně doručen [31], [33].



Obrázek 25 - Struktura telegramu pro KNX TP [31]

Rychlost přenášeného telegramu je dána použitým komunikačním médiem v systémové instalaci KNX. Rychlost přenášených informací pro jednotlivé komunikační média je uvedena v příložené tabulce č. 5. Telegram je možné přenášet po sběrnici pouze v případě, kdy sběrnice není zatížena přenášením jiného telegramu. Aby se zabránilo kolizím přenášených telegramů, odesílání z jednotlivých přístrojů je řízeno pomocí CSMA/CA – Carrier Sense Multiple Acces with Collision Avoidance (vícenásobný přenos s vyhnutím se kolizím). Sběrníkové přístroje

odposlouchávají přenášená data po sběrnici. Pokud přístroj, vysílající logickou „1“ detekuje jiný přístroj odesílající logickou „0“, okamžitě přeruší vysílání do doby, kdy již nebude detekovat přenos telegramu s vyšší prioritou a opět jej zkusí odeslat. Úroveň priority telegramu je vymezena v kontrolním poli a je určena projektantem systému. V případě kolize dvou telegramů se stejnou prioritou, dostane přednost telegram s nižší fyzickou adresou [31], [33].

5.8 ETS

ETS – Engineering Tool Software je programovací nástroj pro projektování, nahrávání a programování KNX systémových instalací. Mezinárodní asociace KNX je jediným vlastníkem a prodejcem softwaru určeného pro práci s KNX instalací. ETS je díky normalizaci možné aplikovat na všech produktech nesoucích certifikované označení KNX bez ohledu na jejich výrobce. Stejně jako ostatní produkty na trhu, tak i tento programovací nástroj prošel vývojem. První verze programovacího softwaru byla uvedena na trh v roce 1993 a nesla označení ETS 1. Od roku 2014 je využívána nejnovější pátá generace softwaru – ETS 5. Verze ETS 5 je zpětně kompatibilní až k verzi ETS 2. Tuto nejnovější verzi lze tedy využít i u starších projektů.

ETS rozeznává tři základní verze, které jsou rozděleny dle odlišné úrovně znalostí projektanta nebo různé velikosti projektu:

- **ETS Professional** – jedná se o plnohodnotný software bez omezení, určený pro zkušené projektanty a rozsáhle objekty.
- **ETS Lite** – pro malé až středně velké projekty s maximálně 20 zařízeními.
- **ETS Demo** – je určeno pro malé zkušební projekty s maximálně 5 zařízeními. Jedná se o bezplatnou zkušební verzi.
- **ETS Inside** – verze je určená pro malé a jednodušší objekty. ETS inside umožňuje, oproti ostatním verzím, konfiguraci KNX instalací prostřednictvím smartphonů nebo tabletů [31].

ETS nabízí řadu diagnostických funkcí, například pro zjištění informací o stavu daného sběrnicevého přístroje, monitorování odesílaných telegramů nebo ověřování fyzických adres jednotlivých prvků [31].

5.8.1 Základní projektování v ETS

Při projektování systémových instalací KNX je zapotřebí dodržet správný postup návrhu tak, aby se v pozdější fázi realizace projektu neobjevily komplikace. Tyto komplikace mohou být způsobeny nedodržením nebo pouhým přehlížením základních pravidel pro projektování KNX. Nejdříve je zapotřebí sestavit přehled funkcí v objektu a stanovit, které prvky budou řízeny pomocí KNX. Důležité je zvážit i možnost budoucích úprav v instalaci již při jejím navrhování. Dále je nezbytné správně umístit jednotlivé přístroje v objektu tak, aby nebyl překročen jejich maximální dovolený počet v linii a v případě sběrnicevého kabelu nebyla překročena nejvyšší dovolená délka kabelu. Následně je zapotřebí rozdělit přístroje do segmentů, linií a oblastí a vytvořit tak funkční topologii systémové instalace [35].

Postup pro vytvoření projektu ETS:

1. Založení nového projektu a definice základních údajů.
2. Vytvoření struktury objektu, rozmístění systémových rozváděčů a přístrojů.

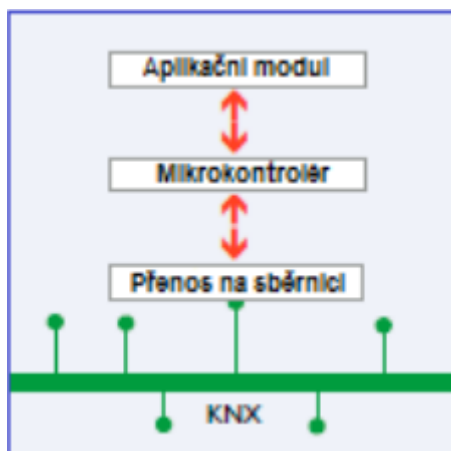
3. Nastavení požadovaných parametrů u jednotlivých KNX přístrojů.
4. Vytvoření struktury skupinových adres.
5. Přiřazení daným objektům příslušnou skupinovou adresu.
6. Upravení topologického uspořádání a individuálních adres.
7. Kontrola a export projektu.

Postup pro zprovoznění systémové instalace:

1. Propojení jednotlivých přístrojů sběrnici KNX.
2. Kontrola topologického uspořádání.
3. Zapojení a kontrola silových obvodů.
4. Naprogramování rozhraní.
5. Naprogramování liniových spojek.
6. Naprogramování individuálních adres všem ostatním účastníkům na sběrnici.
7. Pomocí ETS odeslat aplikační programy všem ostatním účastníkům na sběrnici.
8. Provedení zkoušky všech funkcí.
9. Upravení nastavení parametrů dle způsobu provozu [35].

5.9 Sběrníkové přístroje KNX

V minulosti sloužily elektrické instalace především pro řízení osvětlení a vybraných spotřebičů. Pro ovládání svítidel se používaly klasické spínače bez možnosti vzájemné komunikace. Vzhledem k vyšším požadavkům uživatelů, které se mohou týkat jednak úspory energie, ale i zvýšení uživatelského komfortu, se složitější a rozsáhlejší instalace nahrazují instalacemi se sběrníkovými systémy. Došlo k nahrazení klasických spínačů tlačítkovými ovladači, které jsou schopny komunikovat a připojit se k potřebnému komunikačnímu rozhraní, dále bylo ke spotřebičům vloženo komunikační rozhraní schopné komunikovat nebo nepřímo ovládat tyto spotřebiče s využitím spínačích „komunikačních“ přístrojů a všechna zařízení mezi sebou vzájemně propojit příslušným komunikačním médiem tak, aby byla umožněna vzájemná komunikace mezi jednotlivými prvky. Sběrníkový systém se tedy skládá ze souboru sběrníkových přístrojů schopných mezi sebou komunikovat. Každý sběrníkový přístroj se skládá z mikrokontroléru umožňujícího komunikaci, přenosového modulu, který představují elektronické obvody vytvářející rozhraní pro přenos na sběrnici a aplikačního modulu [31].



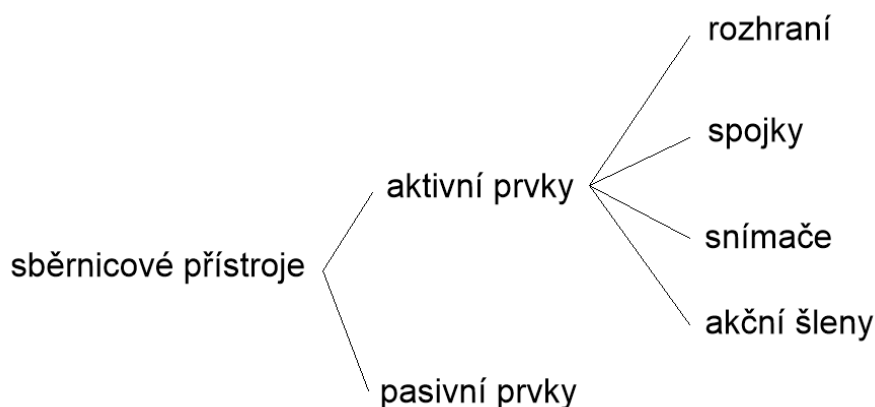
Obrázek 26 - Sběrníkový přístroj [31]

Důvody pro zavádění sběrníkové instalace:

- vyšší komfort ovládání přístrojů a zařízení v budovách a v domácnostech,
- zavedení bezpečnostních provozně technických funkcí, např. rozbití oken, hlídání bytu v době nepřítomnosti,
- možné úspory energie,
- možnost signalizace poplachu,
- možnost centrálního ovládání všech provozně technických funkcí v dané budově [31].

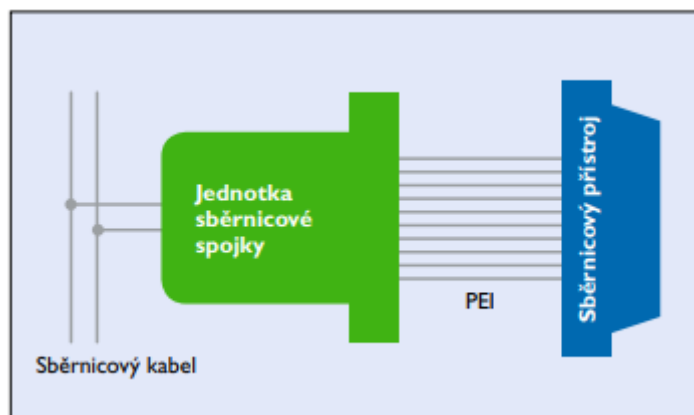
5.9.1 Komponenty sběrníkového systému

Sběrníkový systém lze považovat za soubor sběrníkových přístrojů. KNX přístroje se dělí na dvě základní skupiny, a to pasivní přístroje nebo aktivní přístroje. Pasivní prvky nejsou součástí informační a komunikační techniky. V zásadě mají „pouze“ podpůrnou úlohu. Tedy nekomunikují s ostatními přístroji, ale jsou nezbytným prvkem pro správnou funkčnost sběrníkového systému. Pasivními přístroji mohou být například napájecí zdroje. Aktivní přístroje lze rozdělit do čtyř následujících skupin. První skupinou aktivních přístrojů je rozhraní. Rozhraní zajišťuje propojení mezi počítačem a sběrníkovým systémem. Další skupinou jsou spojky, které optimalizují efektivnost komunikace. Do třetí skupiny aktivních prvků patří snímače, jejichž úkolem je předat požadovanou informaci, například teplotu v místnosti nebo rychlost větru, sběrníkovému systému. Poslední skupinou jsou akční členy. Akční členy propojují elektrické spotřebiče se sběrníkovým systémem [30], [31].



Obrázek 27- Základní rozdělení sběrníkových přístrojů [31]

Standartní sběrníkové přístroje jsou tvořeny ze dvou částí – z aplikačního modulu a jednotky sběrníkové spojky (BCU). Pokud jsou tyto části v provedení samostatných dílů, jsou propojeny normalizovaným 10 nebo 12 pólovým konektorem nebo – li vnějším fyzikálním rozhraním PEI. Častější variantou však je, že přístroje se již vyrábějí s vestavěnými a propojenými aplikačními moduly a BCU [30], [31].



Obrázek 28 - Části sběrniceho přístroje [31]

Umístění jednotlivých prvků v systému je na jejich funkci a typu provedení. Přístroje se vyrábějí například pro umístění do rozváděčů na DIN lištu, přisazené, pod omítku nebo do instalační krabice [30], [31].

5.9.1.1 Napájecí zdroj

Napájecí zdroje KNX jsou nezbytné pro spolehlivý provoz systému. Zajišťují požadované sběrnice napětí a dodávají výkon potřebný pro přenos dat. Většina napájecích zdrojů pracuje se vstupním napětím v rozsahu od 85 – 265 V AC s kmitočtem 50/60 Hz. Výstupem zdroje je ve většině případů stejnosměrné napětí 30 V, SELV. Napěťové výstupy jsou odolné proti zkratu a přetížení. Ke sběrnici se připojují sběrnice svorkovnicí. Na jeden napájecí zdroj je možné připojit 64 prvků. Nejvzdálenější prvek od napájecího zdroje v dané línii nebo segmentu by neměl přesahovat vzdálenost 350 m [35].



Obrázek 29 - Napájecí zdroj KNX, ABB [36]

Součástí napájecích zdrojů je u většiny typů LED kontrolka indikující daný provozní stav. Zde jsou uvedeny příklady provozních stavů:

- **zelená** – napájení je aktivní,
- **červená** – napájecí zdroj je přetížený nebo je na sběrnici zkrat,
- **žlutá** – na sběrnici se vyskytlo vyšší napětí než 30 V [35].

5.9.1.2 Spínací člen

Nejčastější funkcí v elektrických instalacích je spínání. V KNX systémových instalacích tento úkon zajišťují spínací akční členy. Spínací akční členy nejčastěji na svém výstupu obsahují relé s kontakty, dimenzované minimálně na proudy udávané výrobcem. Spínací akční členy lze instalovat jako jednonásobné do hluboké krabice, například pod zásuvku nebo jako vícenásobné do rozváděče na DIN lištu [37].



Obrázek 30 - Spínací akční člen jednonásobný a osminásobný [38]

5.9.1.3 Stmívací člen

Univerzálním stmívacím akčním členem lze řídit svítidla s různými světelnými zdroji, například žárovky, halogenové žárovky, stmívatelné LED zdroje v systémových instalacích. Některé stmívací aktory umožňují paralelní propojení různých kombinací výstupů dílčích kanálů a zvýšit tak celkovou zatížitelnost aktoru. Některé univerzální stmívače je možné ovládat manuálně tlačítkem přímo na přístroji, přiděleným ovládacím prvkem nebo pomocí senzorů a snímačů intenzity osvětlení [39].



Obrázek 31 - Stmívatelný akční člen 4x210 W/VA až 1x840 W/VA [39]

5.9.1.4 Žaluziový akční člen

V systémové instalaci KNX slouží k ovládání směru otáčení roletových a žaluziových pohonů. Žaluziové aktory jsou vybaveny blokadou současného sepnutí pohybu nahoru nebo dolů a chrání tak roletové pohony před zničením. Žaluziové akční členy lze kombinovat s řadou povětrnostních a slunečních senzorů a využít tak sluneční energii pro vytápění [36].



Obrázek 32 - Žaluziový akční člen, ABB [38]

5.9.1.5 Snímače, senzory

Snímače lze obecně definovat jako technické zařízení určené ke snímání a detekci různých veličin a stavů. V systémových instalacích se vyskytují jednoduché detektory pohybu pro spínání světel, například na chodbách detektory přítomnosti řídící funkce pro vytápění nebo osvětlení, snímače intenzity osvětlení nebo detektory povětrnostních podmínek pro ovládání žaluzií. Některé senzory je nutné pro jejich funkčnost doplnit o vlastní řadovou centrálu pro správné vyhodnocení měřených veličin [39].



Obrázek 33 - Kombinovaný snímač povětrnostních údajů [38]

5.9.1.6 Ovládací tlačítka a panely

Systémové instalace KNX je možné ovládat pomocí multifunkčních ovládacích tlačítek připojených na sběrnici pomocí sběrnicové svorkovnice. Softwarem ETS je jednotlivým ovládacím prvkům přiřazena dílčí ovládací funkce. Další možností ovládání je využití programovatelných dotykových panelů. Tyto panely nabízejí uživatelům možnost centrálního řízení osvětlení, vytápění, žaluzií, případně různých světelných scén. Do dotykového ovládacího panelu lze nahrát až několik stovek funkcí [39].



Obrázek 34 - Dotykový panel, multifunkční ovládací tlačítko [38]

5.9.1.7 Komunikační rozhraní

IP router pro systémové instalace KNX umožňuje přeposílání telegramů mezi liniemi prostřednictvím LAN sítě. Tohoto rychlého přenosu je nejčastěji využíváno na páteřní linii spojující více oblastí. IP router také pracuje jako rozhraní mezi KNX sběrnici a PC. Při spojení PC a sběrnicového systému je možné konfigurovat jednotlivé přístroje pomocí ETS. Router je k síti připojen konektorem RJ45. Rozpoznávání v síti a nastavení IP adresy se manuálně přiřazuje v programovacím nástroji ETS, nebo ji lze přidělit dynamicky přes DHCP server. Další možností komunikace mezi KNX sběrnici a PC je použití USB rozhraní. USB rozhraní umožňuje stejné funkce jako IP router, ale bez možnosti připojení k internetu a vzdáleného ovládání systému [39].



Obrázek 35 - USB rozhraní a IP routery [38]

6 PŘEHLED VYBRANÝCH VÝROBCŮ A POUŽÍVANÝCH SYSTÉMŮ

Na současném rozmanitém trhu je mnoho výrobců a jejich systémů spojených s inteligentní instalací. K výběru vhodného systému je nezbytné stanovit za jakým účelem bude instalace realizována. Zda se jedná o projekt menšího rozsahu v podobě bytu či rodinného domu nebo o rozsáhlý složitý projekt, jenž zahrnuje technologické řízení celého objektu. Dalším důležitým kritériem k posouzení vhodnosti systému je, zda se jedná o rekonstrukci stávajícího objektu a investor se chce vyhnout stavebním úpravám nebo bude projekt realizován od „základů“. V neposlední řadě je při volbě systému důležitým faktorem i jeho finanční náročnost. V následující části jsou uvedeni vybraní výrobci a systémy, které uvádějí na trh.

6.1 Systém Tecomat Foxtrot

Systém Foxtrot je vyráběn a vyvíjen společností Teco a.s., která se řadí mezi přední české výrobce průmyslových a řídicích systémů pro inteligentní řízení budov. Jedná se o systém, který najde uplatnění jak při instalaci v menších a jednoduchých objektech, tak i v rozsáhlých komplexech. Jedná se o modulární centralizovaný systém. Systém se skládá z centrální jednotky a sériového kanálu pro sběrnici CIB. Součástí systému je i komunikační rozhraní a systémová sběrnice TCL2, která realizuje komunikaci s periferními moduly. Systém je dostupný jak v bezdrátovém provedení – RFox, tak i v drátovém provedení sběrnice - CFox. Základní modul má vlastnosti kompaktního systému, vedle komunikačního rozhraní obsahuje analogové a digitální vstupy, výstupy a displej s tlačítky [40].

6.1.1 Sběrnice CIB

Jednotlivé komponenty ve sběrnicovém systému jsou připojovány přes dvou vodičovou instalační sběrnici CIB – Common Installation Bus. Dva vodiče zajišťují napájení i obousměrnou komunikaci mezi aktory a senzory. Při obsazení všech 32 adres je odezva jednotlivých modulů do 150 ms. Sběrnice může mít libovolnou topologii kromě kruhové [40].

6.1.2 Sběrnice TCL2

Systémová sběrnice slouží k propojování rozšiřujících modulů centrální jednotky. Propojování komunikačních modulů, operátorských panelů, externích master modulů a periferních modulů je provedeno lineární topologií. Maximální počet modulů připojených na systémovou sběrnici TCL2 je 24 s možností připojení dalších prvků na moduly připojené do sběrnice TCL2. Jeden konec sběrnice je integrovaný v samotném modulu, druhý konec je však nutno zakončit odporem o hodnotě 120 Ω [40].

6.1.3 RFox

Bezdrátová instalace používá pro komunikaci bezlicenční pásmo 868 Hz. K systému Tecomat Foxtrot se připojují až čtyři master moduly této bezdrátové sítě, každý může komunikovat až se 64 podřízenými moduly. Jednotlivé moduly se vyrábějí jako vestavěné nebo pro instalaci na DIN lištu. Ovladače a senzory jsou provedeny jako nástěnné [40].

6.2 ELKO EP

Společnost ELKO EP je jedna ze světových výrobců elektronických zařízení pro kancelářské, průmyslové ale i domovní systémové instalace. Společnost působí na trhu již 26 let. Po celém světě má tato firma 13 poboček. Hlavní sídlo, ve kterém probíhá vývoj a výroba produktů se nachází v Holešově. Společnost se zabývá nejen výrobou relé a modulových prvků pro inteligentní instalace, ale také komplexním návrhem s efektivním řešením. Společnost na trh uvádí jak sběrníkový systém, tak systém pro bezdrátovou instalaci [41].

6.2.1 iNELS BUS System

Jedná se o centralizovaný systém pro sběrníkovou elektroinstalaci, výhodný je převážně pro realizaci nových objektů, a to od jednoduchého projektu jako je rodinný dům až po složité komplexy v podobě hotelů či kancelářských budov. Systém využívá pro přenos informace dvou vodičovou sběrnici CIB. Dostupné jsou dva typy sběrnic a to CU2-01M s možností připojení 192 jednotek a sběrnici CP-1000 s možností připojení až 320 jednotek. Vzhledem k možnosti počtu připojených jednotek je sběrnice typu CP-1000 vhodnější pro rozsáhlejší projekty. Funkce a nastavení jednotlivých komponentů se provádí pomocí PC. Celou instalaci je možné ovládat přes iNELS Touch Panel 10 [41].

6.2.2 iNELS RF Control

Jedná se o bezdrátový uzavřený systém komunikující pomocí radiofrekvenčního přenosu na frekvenci 868-916 Hz. Systém je vhodný především pro instalaci do již stávajících objektů, protože nejsou nutné stavební úpravy. Pomocí systému lze ovládat osvětlovací a stínící soustavy, regulovat teplotu atd. Dosah jednotek je ve volném prostoru 200 m, v zastavěném prostoru se tato vzdálenost snižuje na hodnoty přibližně 40 až 50 m. Tento faktor je do značné míry ovlivněn použitým stavebním materiálem. Materiál s nejvíce rušivým vlivem na komunikaci je železobeton, naopak nejméně rušivým materiálem je sklo. V případě rozšíření dosahu je zapotřebí použít opakovací signálu. Celý systém je možné ovládat pomocí bezdrátové dotykové ovládací jednotky RF Touch. Samotnou instalaci je možné postupně rozšiřovat [41].

6.3 ABB s.r.o.

Jedná se o přední světovou společnost v oblasti působení energetiky a automatizace. Umožňuje zákazníkům z oblasti průmyslu a distribuce energií zlepšit jejich výkonnost a současně snížit dopad jejich činností na životní prostředí. Organizace je rozčleněna do čtyř divizí – Elektrotechnické výrobky, Robotika a pohony, Průmyslová automatizace a Energetika. V ČR působí již od roku 1970 a v současnosti má 8 poboček na našem území [42].

6.3.1 ABB Free@home®

Tento typ instalace je určený pro středně rozsáhlé elektroinstalace vhodné pro rodinné domy. Jedná se o sběrníkový systém schopný komunikovat jak pomocí sběrníkového kabelu, tak i bezdrátově. V případě propojení prvků sběrníkovým kabelem YCYM 2x2x0,8 nebo J-Y(ST)Y 2x2x0,8 je zapotřebí dodržet délku celé sběrnice, která by neměla přesahovat 1000 m. Sběrníkovým vedením je možné vytvořit volnou stromovou topologii. Pokud sběrníkové přístroje využívají bezdrátové komunikace, je nezbytné zvážit vliv tlumení signálu

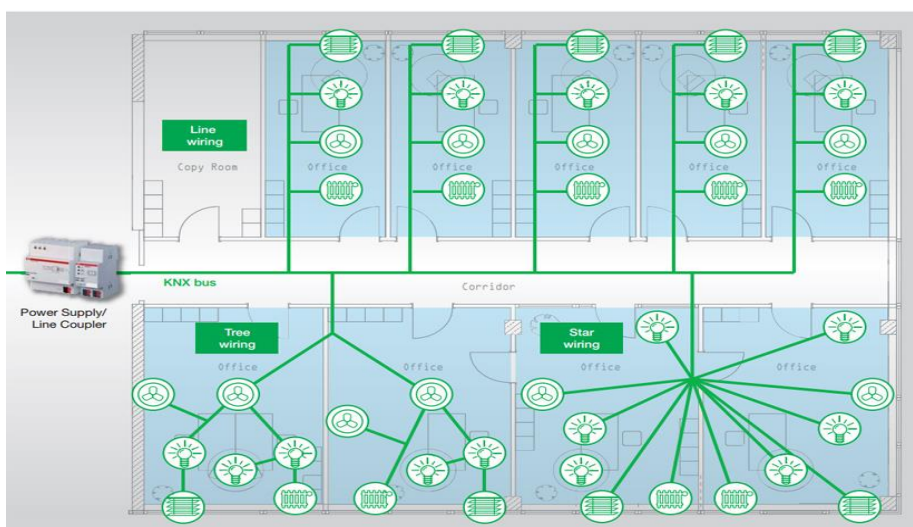
stavebními materiály. V otevřeném prostoru je dosah signálu 100 m. Systém je možné realizovat jako decentralizovaný nebo centralizovaný. U decentralizovaného systému jsou jednotlivé akční členy součástí senzorů a spínačů. V centralizovaném systému jsou akční členy součástí domovního rozváděče. Systémem ABB-free@home® je možné ovládat osvětlení, žaluzie, topení a klimatizaci nebo simulovat svoji přítomnost pomocí přednastavených funkcí [42].

6.3.2 Ego-n

Jde o centralizovaný sběrnicevý systém od společnosti ABB s.r.o.. Systém komunikuje pomocí sběrnice s lineární topologií tvořenou čtyřvodičovým kabelem nebo lze využít i radiofrekvenčního přenosu. Dva vodiče jsou pro napájení jednotlivých komponentů a dva jsou vyhrazeny pro komunikaci mezi prvky. Do systému lze zakomponovat až 512 prvků. Systém je vhodnější spíše pro menší objekty typu rodinného domu nebo bytu. Funkce jednotlivých prvků se nastavují pomocí tlačítek přímo na daných přístrojích. Systém je v současné době na ústupu a v nových instalacích se už zpravidla nepoužívá [42].

6.3.3 ABB i-bus® KNX

KNX propojuje všechny komponenty elektrické instalace do síťového systému, a tak zaručuje transparentnost a využití informací v celé instalaci. V rámci tohoto systému všechny komponenty komunikují prostřednictvím jednoho sběrnicevého kabelu v podobě kroucené dvojlinky. Tímto kabelem se přenášejí datové telegramy a napájí se elektronika sběrnicevých zařízení. Systém KNX lze také rozšířit pomocí IP-sítě. Díky tomu je možné integrovat různé funkční subsystémy použité v rámci budovy do jednoho dobře fungujícího řešení. Produktová řada ABB i-bus® KNX obsahuje všechny komponenty potřebné pro využití v dnešních budovách, od ovládání osvětlení nebo stínění až po topení, ventilaci, zabezpečení, řízení spotřeby energie a řady dalších. Systém je navržen tak, aby snižoval náklady na provoz budovy a udržoval spotřebu energie na požadované úrovni. Topologie KNX je liniová, přičemž jednotlivé segmenty mohou být propojeny přes spojovací členy v závislosti na velikosti sítě [42].



Obrázek 36 - ABB i-bus® KNX [42]

6.4 AMiT s.r.o.

Společnost se na trhu vyskytuje již od roku 1992. AMiT vyvíjí a vyrábí řídicí systémy a elektronické komponenty pro průmyslovou automatizaci a pro automatizaci budov. Společnost se vyznačuje vysoce spolehlivými produkty, kvalitním servisem a nadstandardní technickou podporou [43].

6.4.1 ADiS

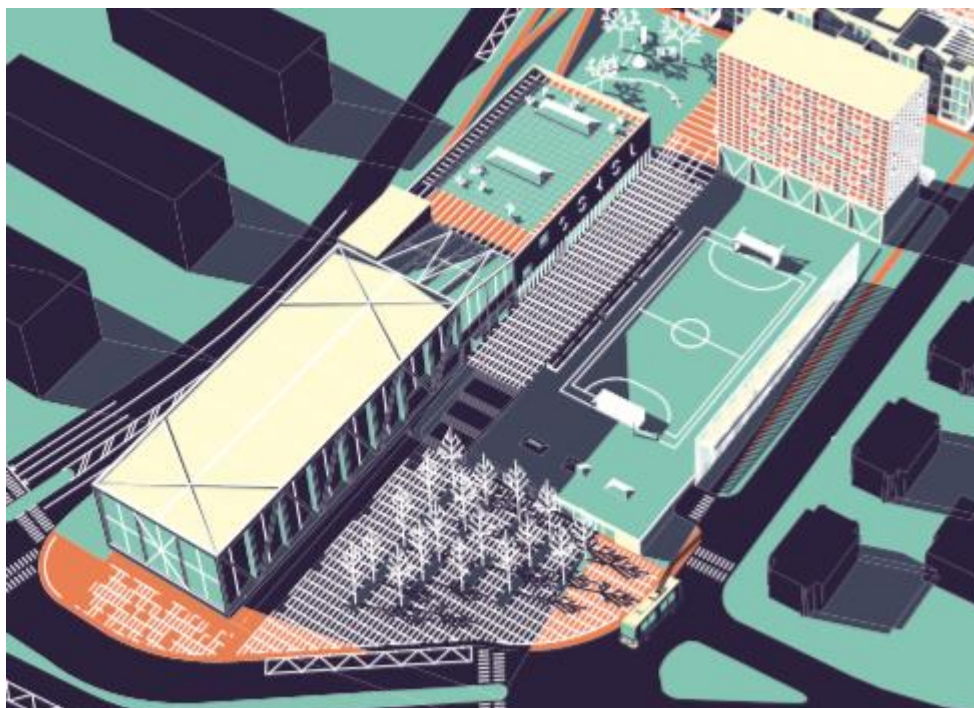
Systém se vyznačuje svou modularitou a flexibilitou, která umožňuje použít systém jak v malých jednoduchých, tak i v poměrně náročných aplikacích. Systém se skládá ze základní jednotky CPU a vstupních a výstupních modulů. K základní jednotce je možné připojit až 16 komunikačních modulů. Maximální kapacita jedné sestavy ADiS je 256 prvků. Tento počet je možné ještě navýšit pomocí vzdálených modulů nebo prostřednictvím sběrnice CAN. Systém umožňuje řízení technologických celků, regulaci tepelných soustav monitoring atd. [43].

7 PRAKTICKÁ ČÁST

V této části práce jsou podrobněji popsány dispozice navrhovaného objektu a je zde uveden návrh umělého osvětlení pro jednotlivé typy místností. Pro vypracování výkresové části projektové dokumentace je využito softwaru s CAD prostředím BricsCAD s nástavbou ElProCAD. Pro ověření návrhu jednotlivých rozváděčů a dimenzování jejich přírodních vedení je použit výpočtový program SICHR. Návrh a výpočet osvětlení byl zpracován ve výpočtním programu Wils 7.0.

7.1 Sportovní centrum

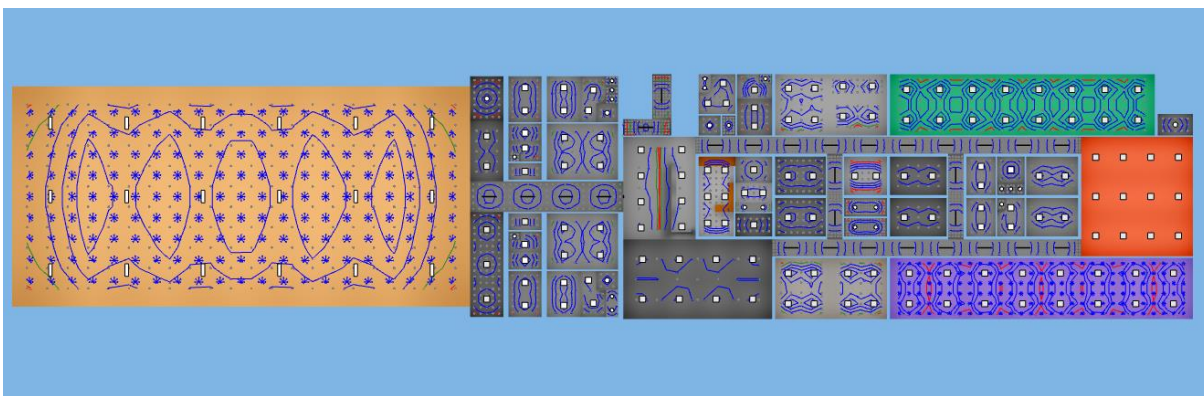
Návrh se zabývá sportovně společenským centrem, jež je začleněn do stávající struktury centra města Zlín. Čtyřpodlažní objekt se nachází ve svažitém terénu, v blízkosti již stávající budovy haly míčových sportů a zimního stadionu. Návrh je zpracován jako náhrada za stávající zástavbu. Provozní řešení haly přebírá z principů topologie sokoloven možnosti skupinových nebo individuálních sportů a zároveň umožňuje i další využití těchto prostor například pro tanec, experimentální divadlo nebo administrativní účely. Všechny prostory odpovídají současným požadavkům jednotlivých sportů. Objekt je objemově rozdělen do tří hlavních částí. Krček s hlavním vstupem a vertikálním komunikačním jádrem spojuje část budovy určenou pro individuální sporty a velký tělocvičný sál. Tribuna pro diváky se nachází ve druhém patře nad zázemím pro sportovce. Ve třetím patře, nad prostorem tribuny je umístěn pozorovací sál pro média. Jádro ve spojující části budovy je ukončeno výstupem na střechu, kde se nachází střešní zahrada určená pro zaměstnance a sportovce. Jižní část budovy je provozně členěna do funkčních zón. V prvním patře se nachází prostory pro péči o sportovce, sociální zázemí a menší sály určené pro individuální sporty – jóga, fitness, šerm. Ve druhém patře se nachází víceúčelový sál, umělecké dílny, které mohou sloužit různým kroužkům. Třetí poschodí je určeno převážně pro administrativní zázemí. V podzemním podlaží jsou místnosti určené pro technologie a skladovací prostory s vlastním vstupem, které je možno pronajímat. Do objektu je také možno vstoupit z podzemních garáží, ve kterých se nachází 200 parkovacích míst. Podzemní garáže jsou propojeny s vedlejší budovou hotelu. Celková zastavěná plocha sportovního centra je 2 825 m². Podklady pro zpracování návrhu elektroinstalace byly poskytnuty Fakultou architektury VUT v Brně. Autorem práce JÁ A „SOKOL“ je Bc. Zuzana Zbellová a vedoucím práce je Ing. arch. Nicol Galeová [44].



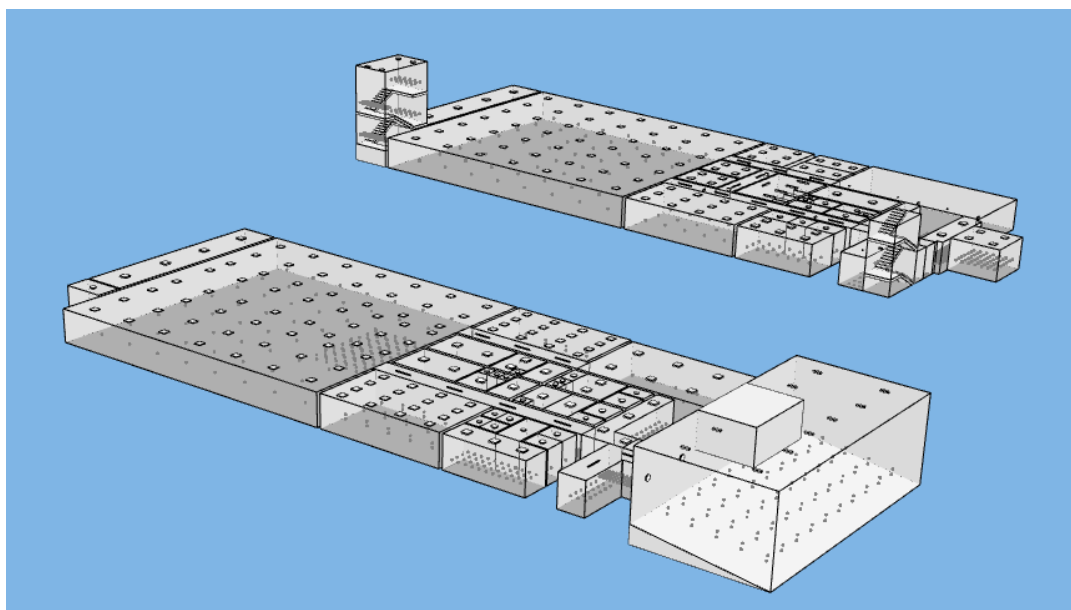
Obrázek 37 - Koncept sportovního centra [44]

7.2 Návrh umělého osvětlení

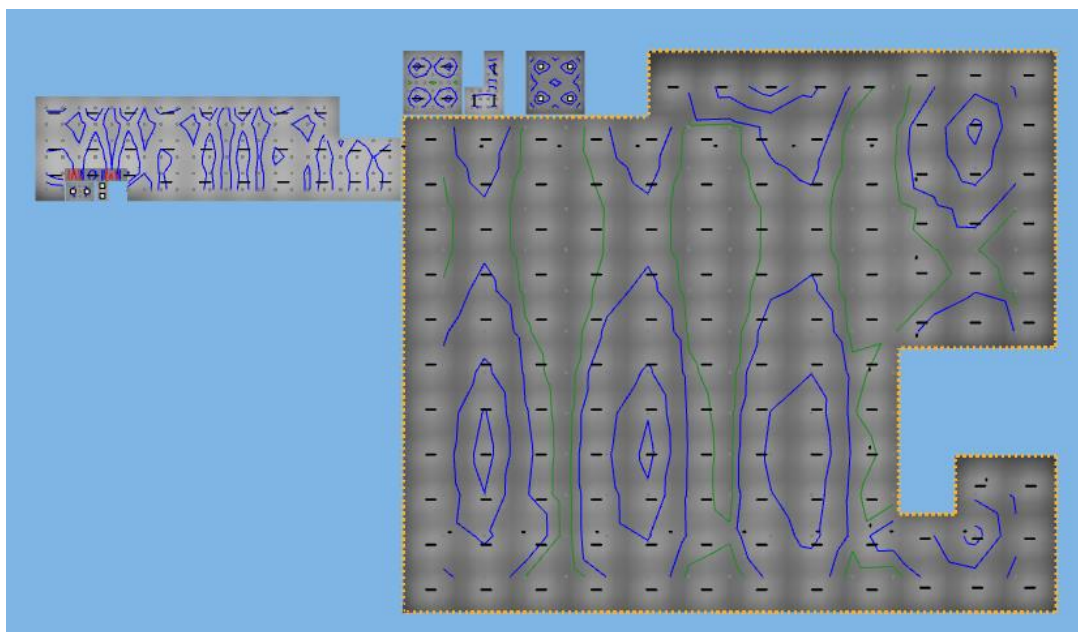
Cílem návrhu osvětlovací soustavy je vytvoření prostředí, ve kterém bude zajištěna dostatečná zraková pohoda a kvalita osvětlení pro specifické zrakové úkony v různých typech místností. Návrh umělého osvětlení je zpracován pomocí výpočetního programu Wils 7.0. Program umožňuje výpočty bodovou a tokovou metodou, výpočty činitele oslnění UGR, výpočet normálové osvětlenosti, výpočet nouzového osvětlení a dalších veličin. Program také obsahuje rozsáhlou databázi svítidel od různých výrobců. Výpočty odpovídají požadavkům norem ČSN EN 12464-1 a ČSN EN 12464-2. Pro jednotlivé místnosti je navrženo rozmístění a přesný typ svítidla. Dále je v projektu navrženo nouzové osvětlení únikových cest dle ČSN 1838, které umožní uživatelům sportovního centra bezpečně opustit budovu. Návrh umělého osvětlení byl zpracován pro všechny místnosti nacházejících se v objektu. Pro vybrané typy místností jsou níže uvedeny výpočty v příslušných srovnávacích rovinách, typy navržených svítidel, jejich rozmístění, účel a požadavky místností na navržené hodnoty. Výsledné řešení návrhu osvětlení pro vybrané typy místností je uvedeno v následujících kapitolách.



Obrázek 38 - Návrh osvětlení 1.NP



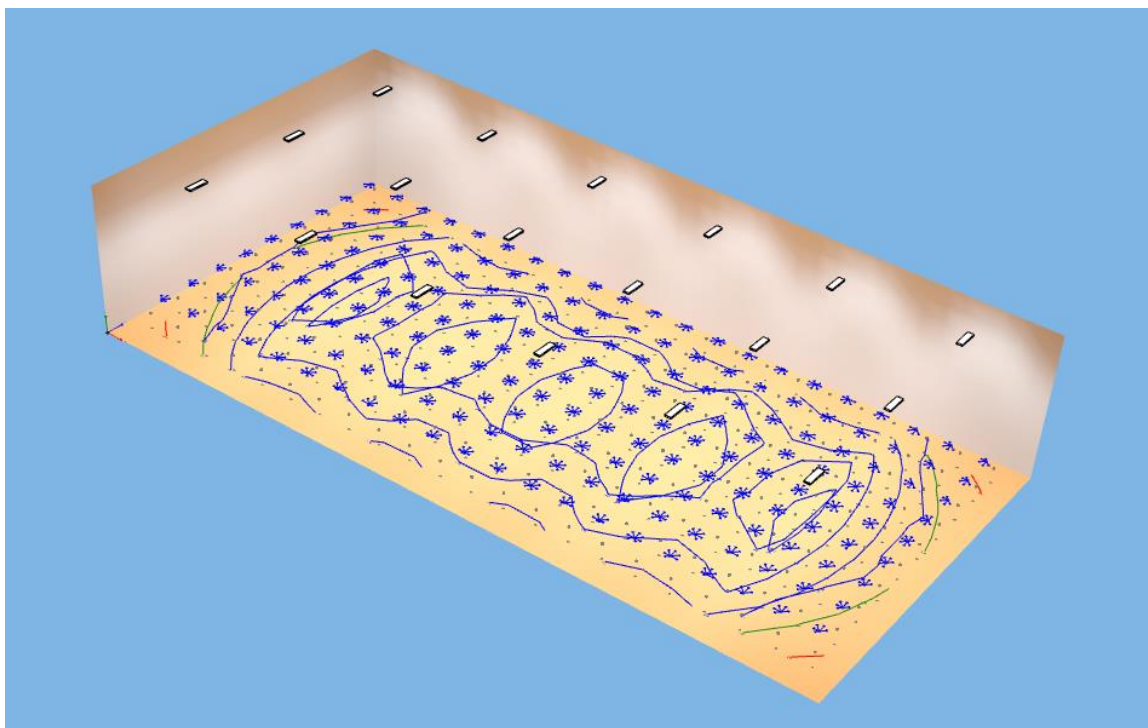
Obrázek 39 - Modelový návrh 2.NP a 3.NP



Obrázek 40 - Návrh umělého osvětlení 1.PP

7.2.1 Sportovní hala – 108

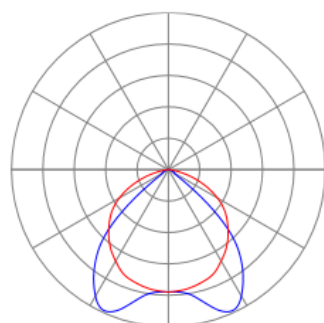
Ve sportovní hale je navrhnutá soustava 18 svítidel se zvýšenou odolností proti mechanickému nárazu IK10. Pro návrh haly byl uvažován i barevný návrh stěn a podlahy, který má značný vliv na odraznost světla. Soustava je navržena pro dosažení minimální průměrné hodnoty normálové osvětlenosti 300 lx ve vodorovné srovnávací rovině s požadovanou rovnoměrností osvětlení po celé hrací ploše a také pro požadované hodnoty osvětlenosti ve svislých rovinách ve výšce 1 m nad úrovní podlahy v hale. Svislá osvětlenost je důležitým faktorem pro správné prostorové vnímání hráčů. Její minimální hodnota by měla být alespoň 30 % úrovně vodorovné osvětlenosti. Navržená soustava odpovídá třídě osvětlení II, která splňuje požadavky pro krajské sportovní soutěže. Vodorovná srovnávací rovina pro normálovou osvětlenost zde byla umístěna v úrovni hrací plochy. Vzhledem k charakteru prováděné činnosti je srovnávací rovina pro činitele oslnění UGR umístěna přibližně ve výšce očí. Hodnota činitele oslnění UGR a hodnoty osvětlenosti jsou uvedeny v příložené tabulce č. 7.



Obrázek 41 - Sportovní hala – 108

MODUS MEGALW4M_PC_/4200

Průmyslové LED svítidlo, širokozářič, polykarbonátový kryt, IK10



— Rovina C0 — Rovina C90

Technické

Krytí IP	IP 65
Blok ElProCADu	L524
Přepočítací koeficient	1,00
Maximální svítivost	454 cd/klm
Elektronický předřadník	Ano
Účinnost	100,0 %
CIE Flux Code	60 92 99 100 100
Poměr toku do dolního poloprostoru	100
Symetrie svítidla	Symetrické podle rovin C0 a C90

Rozměry

Šířka x Hloubka x Výška	1220 x 350 x 90 mm
Svítilicí plocha	1200 x 330 x 0 mm
Závěsná výška	90,00 mm

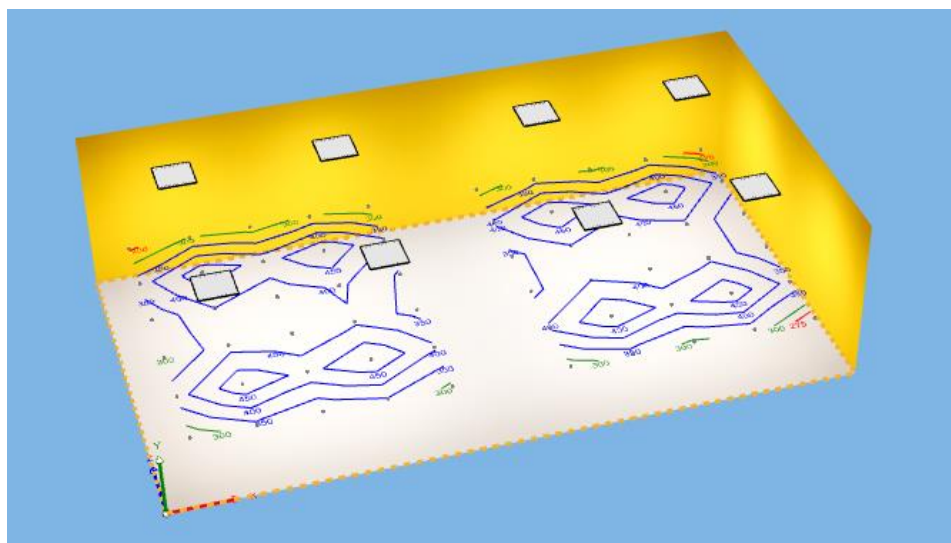
Světelné zdroje

1x 182 W, 29100 lm, Ra 80, 4000K

Obrázek 42 - Použité svítidlo pro sportovní halu

7.2.2 Místnost pro masáže - 112

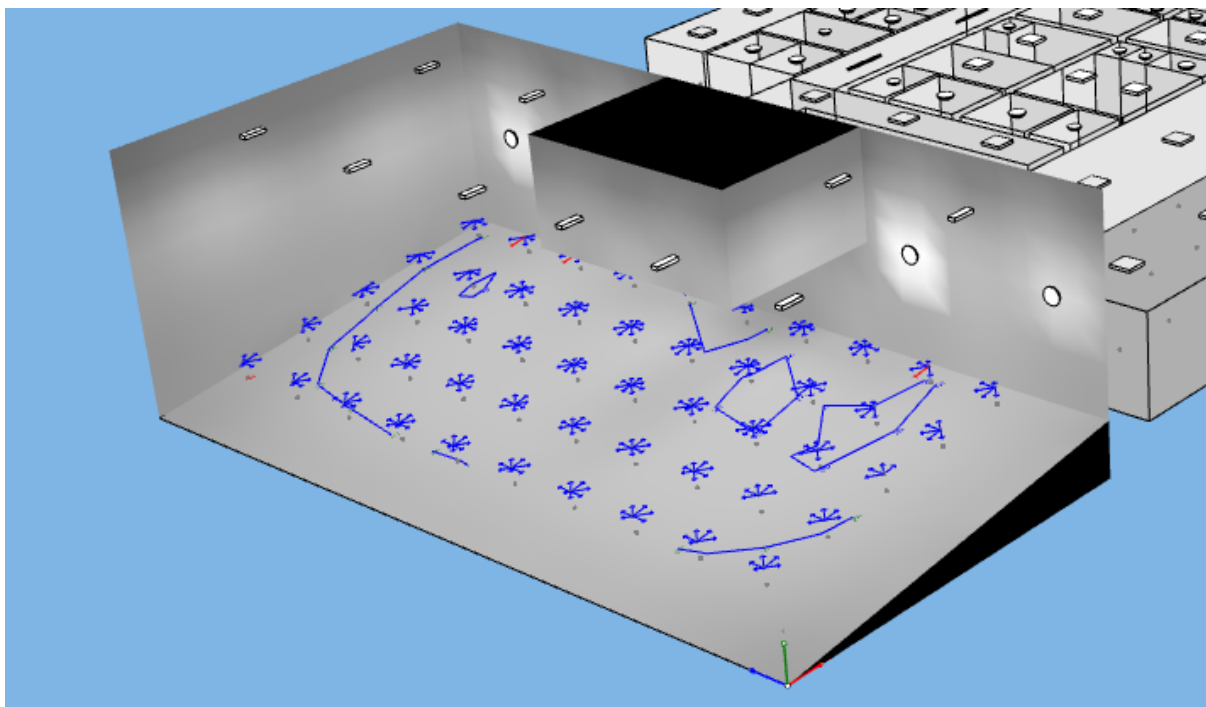
Místnost je rozdělena na dvě části určené pro různý druh činnosti. Jedna část místnosti je určena pro administrativní práci a druhá je určena pro relaxační masáže. Každá část má svoji vlastní osvětlovací soustavu s vlastní srovnávací rovinou. Místnost pro masáže typově odpovídá místnostem pro všeobecné zdravotnické ošetřovny. Průměrná hodnota normálové osvětlenosti v místnostech, kde se provádí masáže, by neměla klesnout pod hodnotu 300 lx. Výsledky výpočtů a typy svítidel jsou uvedeny v níže přiložených tabulkách.



Obrázek 43 - Místnost 112

7.2.3 Divácká tribuna

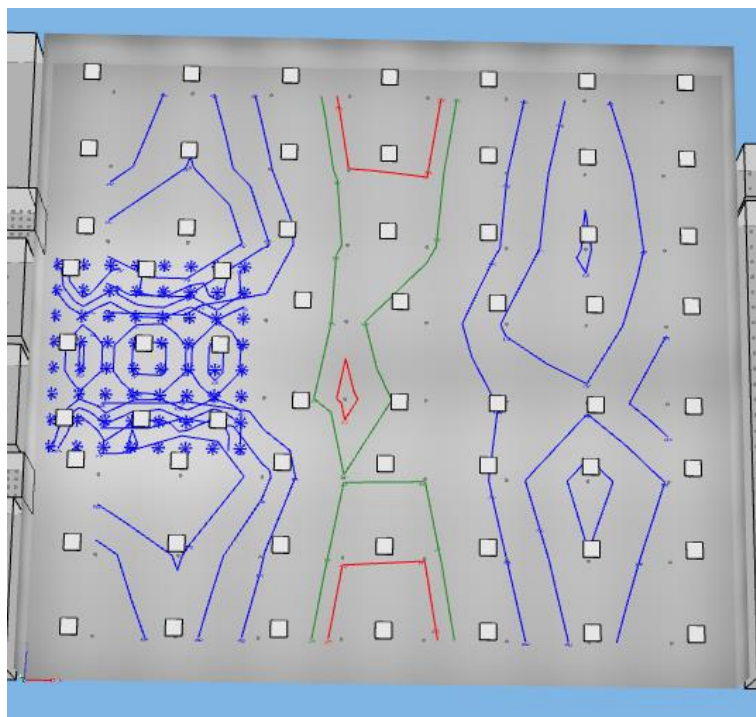
Pro návrh osvětlovací soustavy divácké tribuny bylo zapotřebí vymodelovat odpovídající sklon podlahy, na níž jsou vodorovně umístěny srovnávací roviny pro normálovou osvětlenost a činitel oslnění UGR. Dále bylo zapotřebí zohlednit zázemí pro média, které zasahuje do prostoru tribuny. Hodnota normálové osvětlenosti odpovídá požadované hodnotě pro údržbu a čištění tribuny – 200 lx. V hledišti je soustava stropních a nástěnných svítidel. Přehled výsledků výpočtu je uveden v příložené tabulce č. 8.



Obrázek 44 – Divácká tribuna

7.2.4 Multifunkční sál

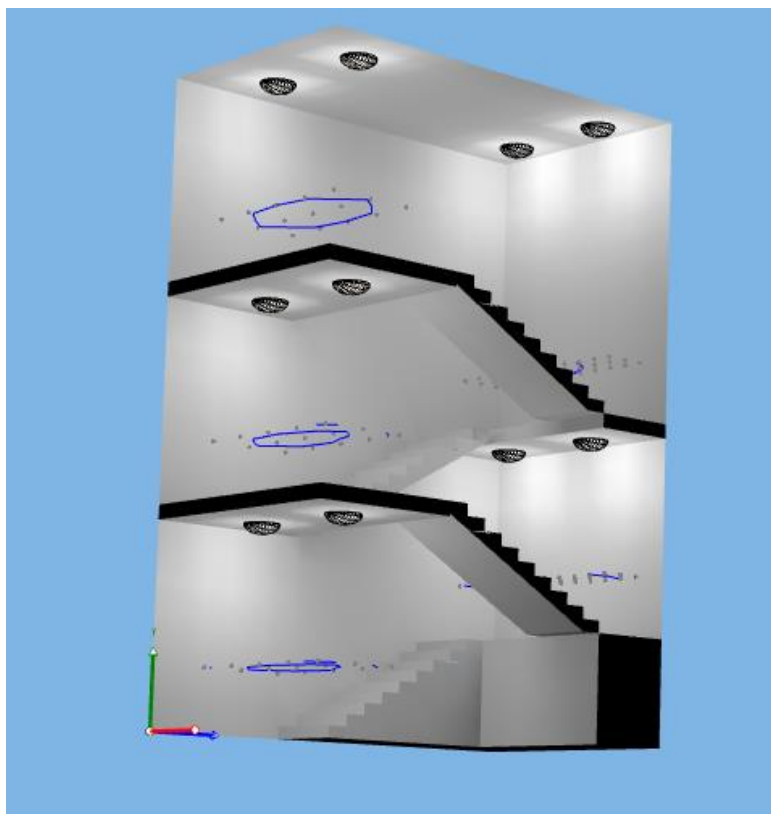
V multifunkčním sále je navržena samostatná osvětlovací soustava pro jeviště, která je tvořena devíti svítidly, a osvětlovací soustava pro zbytek sálu, v němž je rozmístěno dalších 52 svítidel. Svítidla jsou provedena jako stropní vestavná. Jeviště má svoji vlastní srovnávací rovinu pro normálovou osvětlenost a činitel oslnění UGR. Hodnota normálové osvětlenosti jeviště by měla dosahovat průměrné hodnoty 300 lx a činitel oslnění by neměl překročit hodnotu 25. Srovnávací rovina normálové osvětlenosti zbytku sálu je umístěna ve výšce 0,85 m nad podlahou. Výsledky výpočtů jsou uvedeny v tabulce č. 8.



Obrázek 45 - Multifunkční společenský sál

7.2.5 Schodiště

Místnost schodiště bylo zapotřebí vymodelovat pomocí geometrických útvarů, které jsou v projekčním programu. Pro výpočet schodiště je zvolen typ místnosti odpovídající komunikačním prostorům – schodiště, kde je požadovaná minimální hodnota normálové osvětlenosti 100 lx. Soustavy hodnocených bodů jsou umístěny na jednotlivých podlažkách. Jsou zde navrženy svítidla s vlastním pohybovým senzorem. Svítidla přisazeného typu jsou přichycena do stropu. Veškeré výpočty jsou uvedeny v tabulce č. 9. Typ použitých svítidel je uveden v příložené tabulce č. 11 a projektové dokumentaci.



Obrázek 46 - Návrh osvětlení schodiště

Tabulka 7 - Přehled výsledků výpočtu normálové osvětlenosti a činitele oslnění UGR pro 1.NP

Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost
1.NP - 101 - Vstup				
Normálová osvětlenost	98 lx	144 / 100 lx	211 lx	0,68 / 0,4
1.NP - 102 - Bistro				
Normálová osvětlenost	160 lx	399 / 200 lx	681 lx	0,4 / 0,4
1.NP - 103 - Chodba				
Normálová osvětlenost	63 lx	160 / 100 lx	249 lx	0,43 / 0,4
Normálová osvětlenost	45,9 lx	154 / 100 lx	254 lx	0,4 / 0,4
1.NP - 104 - Šatny 1				
Normálová osvětlenost	186 lx	266 / 200 lx	355 lx	0,7 / 0,4
1.NP - 104 - Šatna 2				
Normálová osvětlenost	201 lx	267 / 200 lx	343 lx	0,76 / 0,4
1.NP - 104 - Sprchy 1				
Normálová osvětlenost	148 lx	217 / 200 lx	287 lx	0,68 / 0,4
1.NP - 104 - Sprchy 2				
Normálová osvětlenost	181 lx	246 / 200 lx	345 lx	0,73 / 0,4
1.NP - 104 - Umývárna 1				
Normálová osvětlenost	195 lx	285 / 200 lx	377 lx	0,68 / 0,4
1.NP - 104 - Umývárna 2				

Normálová osvětlenost	159 lx	245 / 200 lx	341 lx	0,65 / 0,4
1.NP - 104 - WC 1				
Normálová osvětlenost	166 lx	257 / 200 lx	332 lx	0,64 / 0,4
1.NP - 104 - WC 2				
Normálová osvětlenost	234 lx	246 / 200 lx	270 lx	0,95 / 0,4
1.NP - 104 - WC 3				
Normálová osvětlenost	187 lx	206 / 200 lx	231 lx	0,91 / 0,4
1.NP - 104 - WC 4				
Normálová osvětlenost	200 lx	214 / 200 lx	228 lx	0,94 / 0,4
1.NP - 104 - WC 5				
Normálová osvětlenost	188 lx	206 / 200 lx	231 lx	0,91 / 0,4
1.NP - 104 - WC 6				
Normálová osvětlenost	205 lx	214 / 200 lx	234 lx	0,95 / 0,4
1.NP - 105 - Šatna 1				
Normálová osvětlenost	185 lx	267 / 200 lx	358 lx	0,69 / 0,4
1.NP - 105 - Šatna 2				
Normálová osvětlenost	201 lx	267 / 200 lx	343 lx	0,75 / 0,4
1.NP - 105 - Sprchy 1				
Normálová osvětlenost	148 lx	217 / 200 lx	287 lx	0,68 / 0,4
1.NP - 105 - Sprchy 2				
Normálová osvětlenost	181 lx	246 / 200 lx	345 lx	0,73 / 0,4
1.NP - 105 - Umývárna 1				
Normálová osvětlenost	195 lx	285 / 200 lx	377 lx	0,68 / 0,4
1.NP - 105 - Umývárna 2				
Normálová osvětlenost	160 lx	247 / 200 lx	337 lx	0,65 / 0,4
1.NP - 105 - WC 1				
Normálová osvětlenost	149 lx	248 / 200 lx	325 lx	0,6 / 0,4
1.NP - 105 - WC 2				
Normálová osvětlenost	210 lx	232 / 200 lx	281 lx	0,9 / 0,4
1.NP - 105 - WC 3				
Normálová osvětlenost	220 lx	288 / 200 lx	340 lx	0,76 / 0,4
1.NP - 105 - WC 4				
Normálová osvětlenost	219 lx	223 / 200 lx	231 lx	0,98 / 0,4
1 - 106 - Chodba				
Normálová osvětlenost	61 lx	120 / 100 lx	229 lx	0,51 / 0,4
1.NP - 107 - Nářadovna				
Normálová osvětlenost	70 lx	129 / 100 lx	210 lx	0,54 / 0,4
1.NP - 107 - Sklad				
Normálová osvětlenost	121 lx	148 / 100 lx	198 lx	0,82 / 0,4
1.NP - 108 - Hala				
Normálová osvětlenost	233 lx	386 / 300 lx	478 lx	0,6 / 0,6
Činitel oslnění UGR	18,6	21,6	22,8 / 24,0	
Válcová osvětlenost	117,1 lx	180,4 lx	217,2 lx	0,65
1.NP - 109 - Kantýna				

Normálová osvětlenost	336 lx	502 / 300 lx	629 lx	0,67 / 0,6
1.NP - 109 - Spíž				
Normálová osvětlenost	83 lx	131 / 100 lx	192 lx	0,64 / 0,4
1.NP - 109 - WC				
Normálová osvětlenost	189 lx	255 / 200 lx	290 lx	0,74 / 0,4
1.NP - 109 - Archiv				
Normálová osvětlenost	380 lx	428 / 300 lx	488 lx	0,89 / 0,4
1.NP - 109 - Odpočívárna				
Normálová osvětlenost	173 lx	276 / 100 lx	413 lx	0,63 / 0,4
1.NP - 110 - WC 1				
Normálová osvětlenost	147 lx	203 / 200 lx	266 lx	0,72 / 0,4
1.NP - 110 - WC 1.1				
Normálová osvětlenost	137 lx	286 / 200 lx	445 lx	0,48 / 0,4
1.NP - 110 - WC 1.2				
Normálová osvětlenost	190 lx	207 / 200 lx	230 lx	0,92 / 0,4
1.NP - 110 - WC 2.1				
Normálová osvětlenost	190 lx	268 / 200 lx	329 lx	0,71 / 0,4
1.NP - 110 - WC 2.2				
Normálová osvětlenost	312 lx	360 / 200 lx	406 lx	0,87 / 0,4
1.NP - 110 - WC 3				
Normálová osvětlenost	208 lx	229 / 200 lx	277 lx	0,91 / 0,4
1.NP - 110 - WC 4				
Normálová osvětlenost	152 lx	183 / 100 lx	213 lx	0,83 / 0,4
1.NP - 111 - Fyzioterapie				
1 - Normálová osvětlenost	256 lx	379 / 300 lx	508 lx	0,68 / 0,4
2 - Normálová osvětlenost	253 lx	364 / 300 lx	475 lx	0,7 / 0,4
3 - Normálová osvětlenost	287 lx	405 / 300 lx	502 lx	0,71 / 0,4
1.NP - 112 - Masáže				
Normálová osvětlenost	240 lx	365 / 300 lx	497 lx	0,66 / 0,6
Normálová osvětlenost	253 lx	365 / 300 lx	496 lx	0,69 / 0,6
1.NP - 113 - Zázemí				
Normálová osvětlenost	187 lx	339 / 300 lx	489 lx	0,55 / 0,5
1.NP - 113 - WC 1				
Normálová osvětlenost	160 lx	214 / 200 lx	247 lx	0,75 / 0,4
1.NP - 113 - WC 2				
Normálová osvětlenost	144 lx	206 / 200 lx	245 lx	0,7 / 0,4
1.NP - 113 - Sklad 1				
Normálová osvětlenost	83 lx	146 / 100 lx	211 lx	0,57 / 0,4
1.NP - 113 - Sklad 2				
Normálová osvětlenost	83 lx	146 / 100 lx	211 lx	0,57 / 0,4
1.NP - 114 - Nářadovna				
Normálová osvětlenost	121 lx	149 / 100 lx	206 lx	0,81 / 0,4
1.NP - 115 - Nářadovna				
Normálová osvětlenost	121 lx	149 / 100 lx	206 lx	0,81 / 0,4

1.NP - 116 - Šatny				
Normálová osvětlenost	199 lx	256 / 200 lx	359 lx	0,78 / 0,4
1.NP - 116 - WC 1				
Normálová osvětlenost	187 lx	242 / 200 lx	308 lx	0,77 / 0,4
1.NP - 116 - WC 2				
Normálová osvětlenost	219 lx	223 / 200 lx	231 lx	0,98 / 0,4
1.NP - 116 - WC 3				
Normálová osvětlenost	205 lx	214 / 200 lx	234 lx	0,95 / 0,4
1.NP - 116 - WC 4				
Normálová osvětlenost	219 lx	223 / 200 lx	231 lx	0,98 / 0,4
1.NP - 116 - Sprchy				
Normálová osvětlenost	205 lx	266 / 200 lx	321 lx	0,77 / 0,4
1.NP - 117 - Šatny				
Normálová osvětlenost	197 lx	256 / 200 lx	362 lx	0,77 / 0,4
1.NP - 117 - WC 1				
Normálová osvětlenost	207 lx	274 / 200 lx	332 lx	0,76 / 0,4
1.NP - 117 - WC 2				
Normálová osvětlenost	226 lx	230 / 200 lx	238 lx	0,98 / 0,4
1.NP - 117 - Sprchy				
Normálová osvětlenost	205 lx	266 / 200 lx	321 lx	0,77 / 0,4
1.NP - 118 - Posilovna				
Normálová osvětlenost	217 lx	328 / 300 lx	481 lx	0,66 / 0,4
1.NP - 119 - Šerm				
Normálová osvětlenost	228 lx	301 / 300 lx	350 lx	0,76 / 0,6
Činitel oslnění UGR	15,0	17,7	19,3 / 23,0	
1.NP - 120 - Jóga				
Normálová osvětlenost	244 lx	386 / 300 lx	514 lx	0,63 / 0,4
Činitel oslnění UGR	14,3	15,3	16,5 / 23,0	
1.NP - Chodba 1				
Normálová osvětlenost	115 lx	271 / 100 lx	384 lx	0,43 / 0,4
1.NP - Chodba 2				
Normálová osvětlenost	115 lx	270 / 100 lx	386 lx	0,42 / 0,4
1.NP - Chodba 3				
Normálová osvětlenost	104 lx	245 / 100 lx	382 lx	0,42 / 0,4
1.NP - Chodba 4				
Normálová osvětlenost	104 lx	245 / 100 lx	382 lx	0,42 / 0,4
1.NP - Chodba 5				
Normálová osvětlenost	88 lx	206 / 100 lx	353 lx	0,43 / 0,4
1.NP - Chodba 6				
Normálová osvětlenost	133 lx	180 / 100 lx	253 lx	0,74 / 0,4

Tabulka 8 - Přehled výsledků výpočtu normálové osvětlenosti a činitele oslnění UGR pro 2.NP

Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost
2.NP - 201 - Chodba				
Normálová osvětlenost	76 lx	174 / 100 lx	244 lx	0,44 / 0,3
Normálová osvětlenost	51 lx	155 / 100 lx	259 lx	0,33 / 0,3
2.NP - 202 - Salónek				
Normálová osvětlenost	168 lx	243 / 200 lx	349 lx	0,69 / 0,4
2.NP - 203 - Tribuna				
Normálová osvětlenost	150 lx	219 / 200 lx	264 lx	0,68 / 0,5
2.NP - 204 - Zázemí				
Normálová osvětlenost	255 lx	336 / 300 lx	421 lx	0,76 / 0,6
2.NP - 204 - Šatna 1				
Normálová osvětlenost	235 lx	248 / 200 lx	272 lx	0,95 / 0,4
2.NP - 204 - Šatna 2				
Normálová osvětlenost	235 lx	248 / 200 lx	272 lx	0,95 / 0,4
2.NP - 204 - WC 1				
Normálová osvětlenost	211 lx	256 / 200 lx	304 lx	0,82 / 0,4
2.NP - 204 - WC 2				
Normálová osvětlenost	181 lx	201 / 200 lx	225 lx	0,9 / 0,4
2.NP - 204 - WC 3				
Normálová osvětlenost	211 lx	256 / 200 lx	304 lx	0,82 / 0,4
2.NP - 204 - WC 4				
Normálová osvětlenost	181 lx	201 / 200 lx	225 lx	0,9 / 0,4
2.NP - 204 - Chodba				
Normálová osvětlenost	96 lx	130 / 100 lx	182 lx	0,74 / 0,4
2.NP - 205 - WC 1				
Normálová osvětlenost	203 lx	223 / 200 lx	269 lx	0,91 / 0,4
2.NP - 205 - WC 2				
Normálová osvětlenost	117 lx	202 / 200 lx	300 lx	0,58 / 0,4
2.NP - 205 - WC 3				
Normálová osvětlenost	205 lx	214 / 200 lx	234 lx	0,95 / 0,4
2.NP - 205 - WC 4				
Normálová osvětlenost	137 lx	215 / 200 lx	315 lx	0,64 / 0,4
2.NP - 205 - WC 5				
Normálová osvětlenost	174 lx	183 / 100 lx	201 lx	0,95 / 0,4
2.NP - 206 - WC 1				
Normálová osvětlenost	136 lx	226 / 200 lx	315 lx	0,6 / 0,4
2.NP - 206 - WC 2				
Normálová osvětlenost	205 lx	214 / 200 lx	234 lx	0,95 / 0,4
2.NP - 206 - WC 3				
Normálová osvětlenost	205 lx	214 / 200 lx	234 lx	0,95 / 0,4
2.NP - 206 - WC 4				
Normálová osvětlenost	226 lx	263 / 200 lx	300 lx	0,86 / 0,4

2.NP - 206 - WC 5				
Normálová osvětlenost	204 lx	225 / 200 lx	270 lx	0,91 / 0,4
2.NP - 206 - WC 6				
Normálová osvětlenost	175 lx	184 / 100 lx	203 lx	0,95 / 0,4
2.NP - 207 - Umělecká dílna				
Normálová osvětlenost	663 lx	752 / 750 lx	833 lx	0,88 / 0,7
Činitel oslnění UGR	17,1	17,8	18,3 / 19,0	
2.NP - 208 - Ateliér				
Normálová osvětlenost	646 lx	752 / 750 lx	850 lx	0,86 / 0,7
Činitel oslnění UGR	17,1	17,8	18,4 / 19,0	
2.NP - 209 - Šatna				
Normálová osvětlenost	199 lx	241 / 200 lx	327 lx	0,82 / 0,4
2.NP - 209 - WC1				
Normálová osvětlenost	186 lx	240 / 200 lx	306 lx	0,77 / 0,4
2.NP - 209 - WC 2				
Normálová osvětlenost	218 lx	223 / 200 lx	232 lx	0,98 / 0,4
2.NP - 209 - WC 3				
Normálová osvětlenost	204 lx	214 / 200 lx	235 lx	0,95 / 0,4
2.NP - 209 - WC 4				
Normálová osvětlenost	218 lx	223 / 200 lx	232 lx	0,98 / 0,4
2.NP - 209 - Umývárna				
Normálová osvětlenost	138 lx	217 / 200 lx	317 lx	0,64 / 0,4
2.NP - 210 - Šatna				
Normálová osvětlenost	199 lx	241 / 200 lx	327 lx	0,82 / 0,4
2.NP - 210 - WC 1				
Normálová osvětlenost	206 lx	274 / 200 lx	330 lx	0,75 / 0,4
2.NP - 210 - WC 2				
Normálová osvětlenost	218 lx	223 / 200 lx	231 lx	0,98 / 0,4
2.NP - 210 - Umývárna				
Normálová osvětlenost	138 lx	217 / 200 lx	317 lx	0,64 / 0,4
2.NP - 211 - Sál				
Normálová osvětlenost	254 lx	401 / 300 lx	613 lx	0,63 / 0,6
Normálová osvětlenost	348 lx	497 / 300 lx	696 lx	0,7 / 0,6
Činitel oslnění UGR	17,9	18,7	19,6 / 25,0	
2.NP - Chodba 1				
Normálová osvětlenost	121 lx	261 / 100 lx	379 lx	0,46 / 0,4
2.NP - Chodba 2				
Normálová osvětlenost	75 lx	216 / 100 lx	375 lx	0,35 / 0,3
2.NP - Chodba 3				
Normálová osvětlenost	100 lx	160 / 100 lx	216 lx	0,63 / 0,4
2.NP - Chodba 4				
Normálová osvětlenost	122 lx	198 / 100 lx	260 lx	0,61 / 0,4
2.NP - 212 - Sklad				
Normálová osvětlenost	51 lx	103 / 100 lx	191 lx	0,5 / 0,4

Tabulka 9 - Přehled výsledků výpočtu normálové osvětlenosti a činitele oslnění UGR pro 3.NP

Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost
3.NP - 302 - Zasedací místnost				
Normálová osvětlenost	435 lx	503 / 500 lx	610 lx	0,86 / 0,6
3.NP - 303 - Média				
Normálová osvětlenost	372 lx	503 / 500 lx	576 lx	0,74 / 0,6
3.NP - 304 - Odpočívárna				
Normálová osvětlenost	264 lx	309 / 300 lx	362 lx	0,86 / 0,6
3.NP - 304 - Šatna 1				
Normálová osvětlenost	168 lx	202 / 200 lx	251 lx	0,83 / 0,4
3.NP - 304 - Šatna 2				
Normálová osvětlenost	169 lx	202 / 200 lx	251 lx	0,83 / 0,4
3.NP - 304 - Chodba				
Normálová osvětlenost	152 lx	168 / 100 lx	203 lx	0,91 / 0,4
3.NP - 305 - WC 1				
Normálová osvětlenost	139 lx	231 / 200 lx	334 lx	0,6 / 0,4
3.NP - 305 - WC 2				
Normálová osvětlenost	205 lx	214 / 200 lx	234 lx	0,95 / 0,4
3.NP - 305 - WC 3				
Normálová osvětlenost	174 lx	244 / 200 lx	341 lx	0,72 / 0,4
3.NP - 305 - WC 4				
Normálová osvětlenost	139 lx	231 / 200 lx	334 lx	0,6 / 0,4
3.NP - 305 - WC 5				
Normálová osvětlenost	206 lx	216 / 200 lx	235 lx	0,96 / 0,4
3.NP - 305 - WC 6				
Normálová osvětlenost	205 lx	214 / 200 lx	234 lx	0,95 / 0,4
3.NP - 305 - WC 7				
Normálová osvětlenost	207 lx	228 / 200 lx	276 lx	0,91 / 0,4
3.NP - 306 - Sklad				
Normálová osvětlenost	80 lx	119 / 100 lx	189 lx	0,68 / 0,4
3.NP - 307 - Kanceláře				
Normálová osvětlenost	498 lx	573 / 500 lx	635 lx	0,87 / 0,6
3.NP - 308 - Archiv				
Normálová osvětlenost	106 lx	241 / 200 lx	384 lx	0,44 / 0,4
3.NP - 309 - Kancelář 1				
Normálová osvětlenost	404 lx	527 / 500 lx	641 lx	0,77 / 0,6
3.NP - 309 - Kancelář 2				
Normálová osvětlenost	356 lx	467 / 400 lx	655 lx	0,76 / 0,6
3.NP - 309 - Kancelář 3				
Normálová osvětlenost	479 lx	541 / 500 lx	596 lx	0,89 / 0,6
3.NP - 311 - Trenér				
Normálová osvětlenost	412 lx	585 / 500 lx	708 lx	0,71 / 0,6

3.NP - 312 - Trenér				
Normálová osvětlenost	412 lx	584 / 500 lx	708 lx	0,71 / 0,6
3.NP - 313 - Sál				
Normálová osvětlenost	188 lx	301 / 300 lx	450 lx	0,62 / 0,4
3.NP - Sklad				
Normálová osvětlenost	51 lx	103 / 100 lx	191 lx	0,5 / 0,4
3.NP - Chodba 2				
Normálová osvětlenost	126 lx	268 / 100 lx	385 lx	0,47 / 0,4
3.NP - Chodba 3				
Normálová osvětlenost	104 lx	245 / 100 lx	382 lx	0,42 / 0,4
3.NP - Chodba 4				
Normálová osvětlenost	121 lx	261 / 100 lx	379 lx	0,46 / 0,4
3.NP - Chodba 5				
Normálová osvětlenost	67 lx	140 / 100 lx	221 lx	0,48 / 0,4
3.NP - Chodba 6				
Normálová osvětlenost	57 lx	133 / 100 lx	209 lx	0,43 / 0,4
3.NP - Chodba 7				
Normálová osvětlenost	87 lx	159 / 100 lx	223 lx	0,55 / 0,4
3.NP - Schodiště 1				
Normálová osvětlenost	286 lx	331 / 100 lx	382 lx	0,86 / 0,4
Normálová osvětlenost	278 lx	329 / 100 lx	387 lx	0,84 / 0,4
Normálová osvětlenost	283 lx	367 / 100 lx	418 lx	0,77 / 0,4
Normálová osvětlenost	307 lx	344 / 100 lx	391 lx	0,89 / 0,4
Normálová osvětlenost	163 lx	192 / 100 lx	213 lx	0,85 / 0,4
3.NP - Schodiště 2				
Normálová osvětlenost	219 lx	230 / 100 lx	244 lx	0,95 / 0,4

Tabulka 10 - Přehled výsledků výpočtu normálové osvětlenosti a činitele oslnění UGR pro 1.PP

Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost
1.PP - 006 - Sklad				
Normálová osvětlenost	103 lx	141 / 100 lx	199 lx	0,73 / 0,4
1.PP - 006 - Chodba				
Normálová osvětlenost	102 lx	140 / 100 lx	198 lx	0,73 / 0,4
1.PP - 006 - Zázemí				
Normálová osvětlenost	225 lx	253 / 200 lx	288 lx	0,89 / 0,6
1.PP - 006 - WC				
Normálová osvětlenost	199 lx	266 / 200 lx	357 lx	0,75 / 0,4
1.PP - 006 - Sklad				
Normálová osvětlenost	110 lx	267 / 100 lx	513 lx	0,41 / 0,4
Normálová osvětlenost	185 lx	333 / 300 lx	531 lx	0,55 / 0,4
1.PP - 006 - Archiv				
Normálová osvětlenost	223 lx	253 / 200 lx	292 lx	0,88 / 0,4

1.PP - 006 - WC				
Normálová osvětlenost	315 lx	341 / 300 lx	368 lx	0,92 / 0,4
1.PP - Chodba				
Normálová osvětlenost	158 lx	269 / 100 lx	372 lx	0,59 / 0,4
1.PP - 005 - Tech. místnost				
Normálová osvětlenost	83 lx	195 / 100 lx	343 lx	0,42 / 0,4
1.PP - 002 - Tech. místnost				
Normálová osvětlenost	79 lx	123 / 100 lx	198 lx	0,64 / 0,4
1.PP - 004 - Parkoviště				
Normálová osvětlenost	51 lx	116 / 75 lx	358 lx	0,44 / 0,4

Tabulka 11 - Přehled navržených svítidel a jejich označení

Výrobce	Svítidlo	Označení svítidla	Množství	P [W]	Ra [-]	Tc [K]	Životnost zdroje [hod]	Světelný tok [lm]
TREVOS	PSV PISA LED 3410/840 OP	A	73	24	85	4000	50000	2490
TREVOS	TT LED 4900/840	B	252	33	85	4000	50000	4340
MODUS	TS4000L-CW	C	54	21	80	4000	80000	3500
TREVOS	PSV PISA LED 5670/840 OP	D	61	38	85	4000	50000	4130
MODUS	MEGALW2S_PC/1050	E	10	49	80	4000	80000	7200
MODUS	BRSB_KO480V5	F	3	44	80	4000	80000	4600
MODUS	MEGALW4M-PC/4200	G	18	182	80	4000	80000	29100
MODUS	LVPU/1W	H	64	1	80	4000	30000	125
MODUS	ET_/1W	I	42	1	80	4000	30000	50
MODUS	HHP/6x1W	J	35	6	80	4000	30000	920
MODUS	IBP3000A_KO	K	20	23	80	4000	80000	3100
MODUS	VLO5000M2W	L	124	38	80	4000	80000	4900
MODUS	ECL/1W	M	8	1	80	4000	30000	50
MODUS	BRSB_KO375V2	N	32	27	80	4000	80000	2700
MODUS	IBP4000A_KO	O	14	32	80	4000	80000	4100
MODUS	BRSB_KO480V3	P	40	34	80	4000	80000	3600
MODUS	TS6000L_CW	R	28	36	80	4000	80000	5800
MODUS	PL/1W	S	33	1	80	4000	30000	50
MODUS	HVL1MKO_V1/700	T	5	34	80	4000	30000	3000

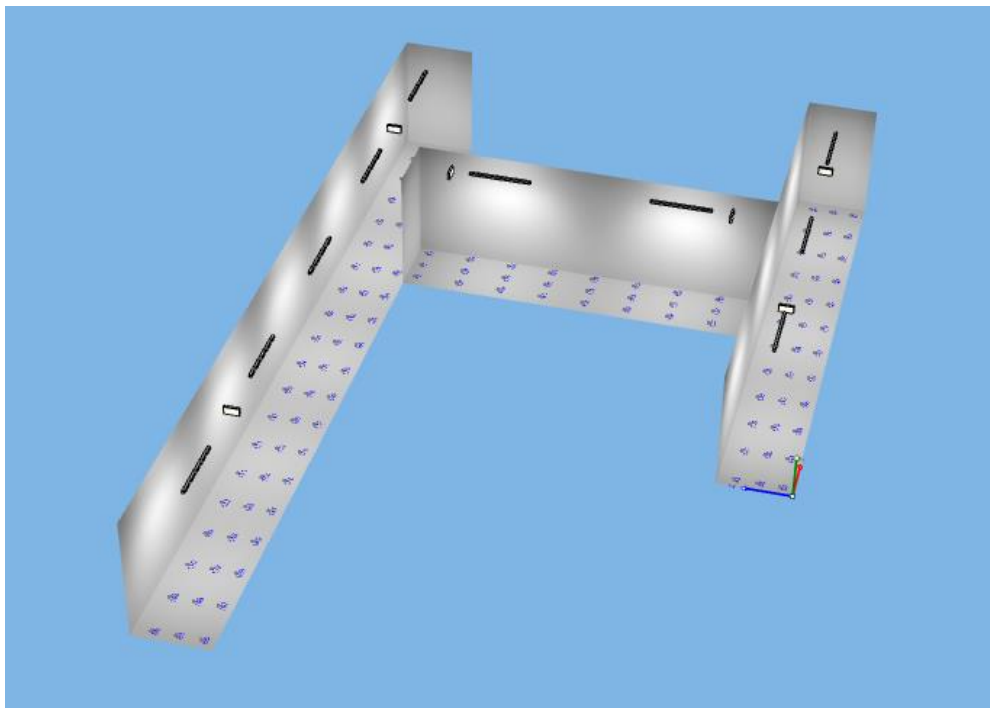
7.3 Návrh nouzového osvětlení únikových cest

Součástí praktické části práce je i návrh nouzového osvětlení únikových cest v souladu s požadavky dle ČSN 1838. Tento druh nouzového osvětlení musí v případě výpadku napájení normálního osvětlení umožnit přítomným bezpečně opustit budovu. Požadavky na nouzové osvětlení jsou zpracovány v předchozí části práce v podkapitole Nouzové osvětlení. Navržená soustava obsahuje jak svítidla speciálně určená pro samostatný nouzový provoz, tak i svítidla kombinovaná, která pracují za normálních podmínek i v nouzovém stavu. Všechna nouzová svítidla jsou vybavena integrovanou baterií, která zaručí minimální požadovanou dobu

osvětlení únikových cest po dobu 1 hodiny. Svítidla jsou vybavena testovacím tlačítkem. Typy a rozmístění jednotlivých svítidel jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci. Návrh nouzového osvětlení únikových cest je zpracován pro komunikační prostory (chodby, schodiště), multifunkční sály, diváckou tribunu, sportovní halu, podzemní parkoviště a skladovací prostory v 1.PP. Dveře, určené pro nouzové opuštění budovy, jsou označeny nouzovým svítidlem s piktogramem EXIT z vnitřní i venkovní strany. Vnější označení únikových cest je určeno pro zásahové jednotky.

7.3.1 Chodby

Na obrázku č. 47 je zobrazeno nouzové osvětlení únikových cest pro chodby ve 3. NP. Požadované hodnoty nouzového osvětlení únikové cesty zajišťují stropní svítidla pracující jak v normálním, tak i v nouzovém stavu. Pro rychlou a bezpečnou evakuaci jsou místa, kde se chodby křížují nebo dochází ke změně směru únikové cesty, zdůrazněna přisazeným nouzovým svítidlem opatřeným směrovým piktogramem. Dveře, které jsou součástí únikové cesty, jsou označeny nástěnným, přisazeným svítidlem s piktogramem EXIT. Přehled vypočtených hodnot je uveden v příložené tabulce č. 12.



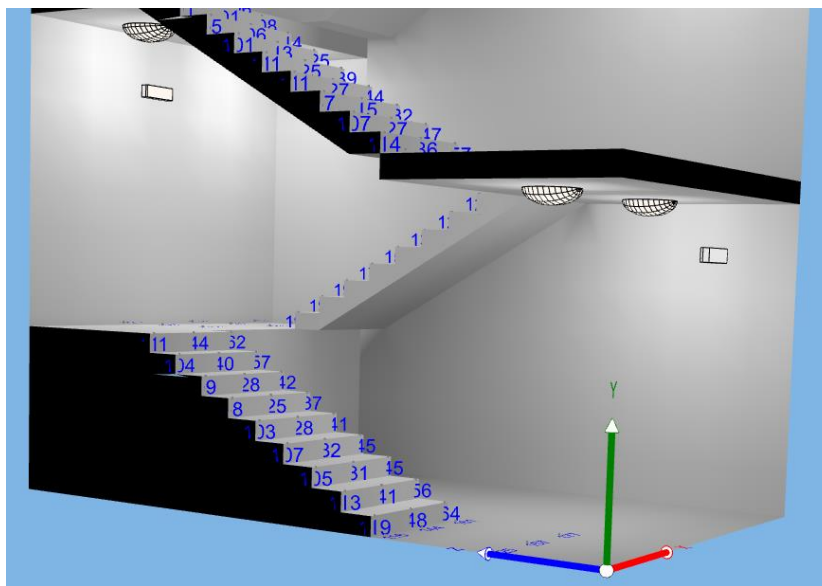
Obrázek 47 - Nouzové osvětlení únikových cest - chodby v 3.NP

Tabulka 12 - Přehled výpočtů nouzového osvětlení únikových cest pro vybrané chodby

Název	Osvětlenost podél osy	Osvětlenost středového pásu	Rovnoměrnost
3.NP - Chodba 2			
Nouzové osvětlení únikové cesty	83 / 1 lx	85 / 0,5 lx	0,46 / 0,025
3.NP - Chodba 3			
Nouzové osvětlení únikové cesty	72 / 1 lx	73 / 0,5 lx	0,42 / 0,025
3.NP - Chodba 4			
Nouzové osvětlení únikové cesty	82 / 1 lx	84 / 0,5 lx	0,48 / 0,025

7.3.2 Schodiště

Osvětlení schodiště v nouzovém stavu zajišťují stropní přisazená svítidla a nástěnná svítidla opatřena směrovým piktogramem. Nouzová svítidla s piktogramem jsou umístěna na každém podlaží schodiště. Nad dveřmi určenými pro nouzový únik je umístěné svítidlo s piktogramem EXIT. Příslušný typ svítidel je uveden v příložené tabulce č. 11 a výkresové dokumentaci.



Obrázek 48 - Nouzové osvětlení schodiště

Tabulka 13 - Přehled výpočtů nouzového osvětlení únikových cest

Název	Osvětlenost podél osy	Osvětlenost středového pásu	Rovnoměrnost
Schodiště 1			
Nouzové osvětlení únikové cesty	0,66 / 0,025	112 / 1 lx	85 / 0,5 lx
Nouzové osvětlení únikové cesty	0,84 / 0,025	125 / 1 lx	98 / 0,5 lx
Nouzové osvětlení únikové cesty	0,72 / 0,025	99 / 1 lx	89 / 0,5 lx
Nouzové osvětlení únikové cesty	0,66 / 0,025	112 / 1 lx	85 / 0,5 lx
Nouzové osvětlení únikové cesty	0,72 / 0,025	99 / 1 lx	89 / 0,5 lx
Nouzové osvětlení únikové cesty	0,74 / 0,025	137 / 1 lx	110 / 0,5 lx
Nouzové osvětlení únikové cesty	0,92 / 0,025	144 / 1 lx	116 / 0,5 lx
Nouzové osvětlení únikové cesty	0,77 / 0,025	149 / 1 lx	137 / 0,5 lx
1.PP - 004 - Parkoviště			
Nouzové osvětlení únikové cesty	0,13 / 0,025	4,02 / 1 lx	3,96 / 0,5 lx
Nouzové osvětlení únikové cesty	0,039 / 0,025	1,52 / 1 lx	1,31 / 0,5 lx
Nouzové osvětlení únikové cesty	0,13 / 0,025	5,37 / 1 lx	5,29 / 0,5 lx
1.NP - 108 - Sportovní hala			
Nouzové osvětlení únikové cesty	0,043 / 0,025	1,29 / 1 lx	0,76 / 0,5 lx
3.NP - 313 - Multifunkční sál			
Nouzové osvětlení únikové cesty	0,34 / 0,025	1,07 / 1 lx	1,04 / 0,5 lx
Nouzové osvětlení únikové cesty	0,34 / 0,025	1,07 / 1 lx	1,04 / 0,5 lx
Nouzové osvětlení únikové cesty	0,89 / 0,025	3,0 / 1 lx	2,89 / 0,5 lx

7.4 Zhodnocení

K návrhu umělého osvětlení je zapotřebí odlišný přístup pro různé objekty a různé druhy místností. Navrhnutá soustava svítidel musí odpovídat požadavkům danými legislativou pro jednotlivé typy místností případně druh činnosti, která se v ní bude vykonávat. Mezi další body, kterými se při navrhování projektant musí řídit, patří kvalita osvětlení, estetičnost návrhu, ekologičnost, cena a požadavky investora. Důležité je nalézt kompromisy mezi zmíněnými požadavky.

8 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce je seznámení se s problematikou spojenou s projektováním klasických a systémových elektroinstalací, dále zpracování teoretického podkladu, v němž jsou uvedeny zásady a definice, které je zapotřebí respektovat při zpracování projektové dokumentace elektro a také vypracování projektové dokumentace elektroinstalace pro realizaci stavby multifunkčního sportovního centra.

V první části práce je porovnávána klasická a systémová elektroinstalace. Jsou zde také uvedeny jednotlivé stupně projektové dokumentace, jejich specifika, základní části a zásady potřebné pro jejich vypracování. Dále je zde představen systém KNX, který byl zvolen pro systémovou instalaci objektu, a také další výrobci zabývající se systémovou instalací. Jsou zde popsány základní přístroje systému a způsob jejich vzájemné komunikace. Závěr práce je věnován představení objektu a také praktickému návrhu umělého a nouzového osvětlení.

Návrh umělého osvětlení je zpracován pro všechny místnosti sportovního multifunkčního centra, nacházející se ve všech podlažích budovy. Mezi nejzajímavější místnosti návrhu patří velká sportovní hala, divácké hlediště, multifunkční společenské sály nebo podzemní parkovací prostory. Osvětlovací soustava sportovní haly odpovídá třídě osvětlení II pro sportoviště. Splněním parametrů, požadovaných danou třídou, je zde umožněno konání sportovních utkání v krajských soutěžích. Dále je v objektu navrženo nouzové osvětlení únikových cest ve všech prostorách potřebných pro zajištění bezpečné evakuace prostřednictvím únikových cest k nejbližše se nacházejícímu únikovému východu. Pro zpracování návrhu umělého osvětlení a nouzového osvětlení únikových cest bylo využito projekčního programu Wils 7.0 od společnosti Astra MS software.

Druhá část práce je zaměřena na vypracování projektu elektroinstalace sportovního centra. Projekt se skládá z výkresové a technické dokumentace. Výkresová dokumentace je zpracována v programu BricsCAD s nástavbou ElProCAD. Silnoproudé rozvody jsou tvořeny zásuvkovými a světelnými obvody ovládanými systémem KNX. Navrhnutý sběrníkový systém umožňuje regulaci osvětlení a vytváření světelných scén, spínání příslušných zásuvkových obvodů nebo ovládání venkovních rolet. Ve výkresové dokumentaci jsou také dále zakresleny slaboproudé rozvody, jejichž součástí je například elektronický zabezpečovací systém nebo signalizace pro přivolání pomoci v místnostech určených pro osoby s tělesným postižením a přehledová schémata s topologií použitého systému. Dále byl proveden návrh systémových a silových rozváděčů, který byl ověřen pomocí výpočetního programu SICHR. Technická zpráva se odkazuje na příloženou výkresovou část. Součástí technické zprávy je i rozpočet a výpis použitého materiálu. Celková cena navrhnuté instalace činí 3 652 448,97 Kč. Značnou část celkové ceny elektroinstalace tvoří cena za svítidla, kterých se zde nachází více než 900. V uvedené ceně nejsou zahrnuty programátorské práce potřebné pro nastavení systému. Vzhledem k rozsáhlosti objektu, počtu automatizačních prvků a možnostem ovládacích funkcí, které elektroinstalace umožňuje, se cena pohybuje v odpovídajících mezích.

Problematika spojená s projektováním je přiblížena v první části práce a dále je vypracována projektová dokumentace elektroinstalace pro objekt multifunkčního sportovní haly, lze tedy považovat cíle práce za splněné.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] *Elektro.tzb* [online]. [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>.
- [2] BOTHE, R. Inteligentní elektroinstalace budov: Příručka pro uživatele. Ing. Pávek Jaromír, 2006, 147 s. Dostupné z: <http://www.eatonelektrotechnika.cz/pdf/manual%20nikobus.zip>.
- [3] *Systémová technika budov a bytů* [online]. [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: <http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/TZB/systemova%20technika%20budov.pdf>
- [4] *Topologie sítě* [online]. [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=10008.
- [5] ČR. *Vyhláška č. 499/2006 Sb.: Vyhláška o dokumentaci staveb*. In: . 2006. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-499>.
- [6] *PROJEKCE STAVEB A INŽENÝRSKÁ ČINNOST: Stupně projektové dokumentace* [online]. [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://www.projekce-imc.cz/zajimavosti/17-projektova-dokumentace>.
- [7] KOŘÍNEK, Vítězslav. *Bydlení v kostce: Jaké jsou druhy projektové dokumentace a k čemu jsou dobré?* [online]. 2014 [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <http://bydlenivkostce.cz/jake-jsou-druhy-projektove-dokumentace-a-k-cemu-jsou-dobre/>.
- [8] DVOŘÁČEK, Karel. *Projektová dokumentace pro elektroinstalaci podle nového stavebního zákona (I)*. 2008. Dostupné také z: <http://elektro.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-elektrotechnika/4798-projektova-dokumentace-pro-elektroinstalaci-podle-noveho-stavebniho-zakona-i>.
- [9] BÁTORA, Branislav. *Projektování silových a datových rozvodů: Legislativa, Projektová dokumentace, technická zpráva a vnější vlivy* Soubor. Brno, 2017.
- [10] ORSÁGOVÁ, Jaroslava. *Rozvodná zařízení* [online]. 2007 [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/16989703-Rozvodna-zarizeni-autor-textu-ing-jaroslava-orsagova.html>.
- [11] ČSN 33 2000-1 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice*, Praha: Český normalizační institut, 2009.
- [12] *ElektroPrůmysl: Základní požadavky na vnitřní elektrické rozvody* [online]. 2018 [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/electroinstalace/zakladni-pozadavky-na-vnitri-elektricke-rozvody>.
- [13] KRÍŽ, Michal. *Příručka pro zkoušky elektrotechniků: požadavky na základní odbornou způsobilost*. Třetí. Praha: IN-EL, spol., 2004. ISBN 80-86230-32-5.
- [14] DVOŘÁČEK, Karel. *Úložné a upevňovací systémy pro montáž elektrických zařízení a instalací*. Praha: IN-EL, 2007. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-43-6.
- [15] VAVŘIŇÁK, Petr. *ROZVODNÁ ZAŘÍZENÍ* [online]. 2014 [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: http://www.sse-najizdarne.cz/dokumenty/4mb/rozv_zar_2014.pdf. Učební texty pro kurz ELEKTRIKÁŘ. STŘEDNÍ ŠKOLA ELEKTROTECHNICKÁ, OSTRAVA, NA JÍZDÁRNĚ 30, p. o.

- [16] ČSN 33 2130 *Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody – Instalační zóny*. Praha: ÚNMZ, 2014. Dostupné z: <https://docplayer.cz/16243781-Vnitri-elektricke-rozvody.html>.
- [17] ČSN 33 2130 ed. 3. *Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody*. Praha: ÚNMZ, 2014. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>.
- [18] STAŠA, Michal. *NÁVRH A KRITÉRIA KVALITY PRO VNITŘNÍ OSVĚTLENÍ: Nové trendy v osvětlení*. Praha, 2017. Dostupné také z: http://www.svn.cz/assets/files/seminare_a_konference/2017/facility/Stasa_navrh_a_kriteria_vnitriho_osvetleni.pdf.
- [19] DRÁPELA, Jiří. *Užití elektrické energie: Světelné zdroje a osvětlování*. Brno, 2013. VUT.
- [20] ATELIER DEK: Umělé osvětlení z pohledu projektanta. DEK a.s. [online]. 2020 [cit. 2020- 04-16]. Dostupné z: <http://atelier-dek.cz/node/203>.
- [21] ČSN EN 1838. *Světlo a osvětlení - Nouzové osvětlení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [22] ČSN EN 12464-1. *Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [23] HOŠEK, Zdeněk. *Požární bezpečnost staveb: Nouzové osvětlení* [online]. 2016 [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/14667-nouzove-osvetleni>.
- [24] VÁŇA, Tomáš. *Nouzové osvětlení. Světlo* [online]. 2018 [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/clanek/nouzove-osvetleni--2826>.
- [25] ČSN 33 2000-7-701 ed.1. *Prostory s vanou nebo sprchou a umývací prostory*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [26] *Ventilatory.cz: Bezpečnostní zóny* [online]. [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://www.ventilatory.cz/slovník-bezpecnostni-zony>.
- [27] KOČÍB, Radomír a Antonín PROFOUS. *Příručka elektromontéra: příprava ke zkouškám odborné způsobilosti v elektrotechnice. šesté rozšířené*. Šumperk: SATES, 2002.
- [28] KALÁB, Pavel, Miloslav STEINBAUER a Miroslav VESELÝ. *Bezpečnost v elektrotechnice*. Vyd. 4., přeprac. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav teoretické a experimentální elektrotechniky, 2007. ISBN 978-80-214-3509-4.
- [29] *Elektroinstalace bytové jednotky*. In: *Tzb.fsv.cvut.cz* [online]. 2013 [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/73/elektroinstalace.pdf>.
- [30] *Celosvětová norma pro řízení domů a budov* [online]. [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: <https://knxcz.cz/images/clanky/KNXIntroductionCZscreenall.pdf>.
- [31] *KNX NÁRODNÍ SKUPINA ČESKÉ REPUBLIKY, Z.S.* [online]. [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://knxcz.cz/tiskoviny-knx>.
- [32] VANUŠ, Jan. *Řízení provozu budov, první vydání, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2012, Číslo: CZ.1.07/2.2.00/15.0113*.

- [33] MICHALEC, Libor. *Komunikace v KNX* [online]. 2014 [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://vyvoj.hw.cz/automatizace/komunikace-v-knx.html>.
- [34] KUNC, Josef. ABB: Telegramy – forma přenosu informací po sběrnici KNX/EIB, 2009, [online – 16-3-2020]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/abb-telegramy-2013-forma-prenosuinformaci-po-sbernici-knx-eib/>.
- [35] KUČEROVÁ, Hana. *Inteligentní instalace KNX a její ovládání*. Praha, 2014. Diplomová práce. ČVUT. Vedoucí práce Ing. Jaromír Hrad, Ph.D.
- [36] *Elektroinstalace ABB* [online]. In: . [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://www.elima.cz/obchod/elektroinstalace-abb-c-2346.html>.
- [37] KUNC, Josef. Spínací akční členy v KNX systémových instalacích. *ElektroPrůmysl* [online]. 2017 [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/spinaci-akcni-cleny-v-knx-systemovych-instalacich>.
- [38] *KNXStore* [online]. [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://www.knxstore.cz/>.
- [39] Inteligentní instalace ABB i-bus® KNX. *ABB* [online]. [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://nizke-napeti.cz.abb.com/inteligentni-instalace-abb-i-bus-knx>.
- [40] Tecomat Foxtrot: Modulární řídicí a regulační systém. *TECO Advanced Automation* [online]. [cit. 2020-05-24]. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/>.
- [41] *ELKO EP* [online]. [cit. 2020-05-24]. Dostupné z: <https://www.elkoep.cz/>.
- [42] *ABB* [online]. [cit. 2020-01-26]. Dostupné z: <https://new.abb.com/cz>.
- [43] *Amit Automation* [online]. [cit. 2020-05-24]. Dostupné z: <https://amitotation.cz/>.
- [44] ZBELLOVÁ, Zuzana. *Já a "Sokol"*. Brno, 2019. Diplomová práce. VUT. Vedoucí práce Ing. arch. Nicol Galeová.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Technická zpráva a rozpočet

Příloha 2 – Výkresová dokumentace

Výkres č. E01 – 1.NP silnoprůdové a slaboprůdové rozvody

Výkres č. E02 – 2.NP silnoprůdové a slaboprůdové rozvody

Výkres č. E03 – 3.NP silnoprůdové a slaboprůdové rozvody

Výkres č. E04 – 4.NP silnoprůdové a slaboprůdové rozvody

Výkres č. E05 – 1.PP silnoprůdové a slaboprůdové rozvody

Výkres č. E06 – 1.NP silnoprůdové světelné rozvody

Výkres č. E07 – 2.NP silnoprůdové světelné rozvody

Výkres č. E08 – 3.NP silnoprůdové světelné rozvody

Výkres č. E09 – 4.NP silnoprůdové světelné rozvody

Výkres č. E10 – 1.PP silnoprůdové světelné rozvody

Výkres č. R01 – Rozvodnice RS 0.01

Výkres č. R02 – Rozvodnice RS 0.02

Výkres č. R03 – Rozvodnice RS 1.01

Výkres č. R04 – Rozvodnice RS 2.01

Výkres č. R05 – Rozvodnice RS 3.01

Výkres č. R06 – Rozvodnice RS 4.01

Výkres č. R07 – Rozvodnice RI 0.01

Výkres č. R08 – Rozvodnice RI 1.01

Výkres č. R09 – Rozvodnice RI 1.02

Výkres č. R10 – Rozvodnice RI 1.03

Výkres č. R11 – Rozvodnice RI 1.04

Výkres č. R12 – Rozvodnice RI 2.01

Výkres č. R13 – Rozvodnice RI 2.02

Výkres č. R14 – Rozvodnice RI 2.03

Výkres č. R15 – Rozvodnice RI 3.01

Výkres č. R16 – Rozvodnice RI 3.02

Výkres č. R17 – Rozvodnice RI 3.03

Výkres č. R18 – Rozvodnice RI 4.01

Výkres č. S01 – Přehledové schéma silových rozváděčů

Výkres č. S02 – Topologie systému KNX

Výkres č. S03 – Hlavní ekvipotenciální přípojnice (HOP)

Příloha 3

Návrh páteřního rozvodu SICHR

Návrh osvětlení Wils 7.0